

BIURO KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANE**MK-PROJEKT**

88-170 Pakość ul. Kwiatowa 18

NIP: 556-209-44-05 tel. 0-607-350-595 e-mail: monika.kucala@gmail.com

Inwestor

Nadleśnictwo Gniewkowo,

ul. Dworcowa 10, 88-140 Gniewkowo

Nazwa zamierzenia budowlanego

Projekt wiaty parkingowej typu „Carport z autonomicznym
podświetleniem”

Adres i kategoria obiektu budowlanego

Ul. Dworcowa, 88-140 Gniewkowo; Kategoria obiektu: VIII

Identyfikatory działek ewidencyjnych

040703_4.0169.4125/8

TOM I – Projekt techniczny

Zespół projektowy:

Branża	Imię i nazwisko	Specjalność	Nr uprawnień budowlanych Nr KPOIIB	Podpis
Projektant Konstrukcji	mgr inż. Monika Kucala	Konstrukcje budowlane	KUP/0031/PWOK/07 KUP/BO/0318/07	

EGZEMPLARZ 1 2 3

INOWROCŁAW 12-10-2023

SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU TECHNICZNEGO

1. Strona tytułowa **str. 1**
2. Spis zawartości PT **str. 2-3**
3. Oświadczenie o sporządzeniu projektu zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej **str. 4**
4. Opis techniczny:
 - a. Rozwiązania konstrukcyjne **str. 5-6**
 - b. Geotechniczne warunki i sposób posadowienia obiektu **str.6**
 - c. Dokumentacja geologiczno – inżynierska **str.6**
 - d. Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe wewnętrznych i zewnętrznych przegród budowlanych **str.7**
 - e. Podstawowe parametry technologiczne oraz współzależności urządzeń i wyposażenia związanego z przeznaczeniem obiektu i jego rozwiązaniami budowlanymi **str.7**
 - f. Rozwiązania budowlane i techniczno – instalacyjne, nawiązujące do warunków terenu występujące wzdłuż trasy obiektu **str.7**
 - g. Rozwiązania elementów wyposażenia budowlano – instalacyjnego zapewniających użytkowanie obiektu budowlanego zgodnie z przeznaczeniem, tj. instalacji i urządzeń budowlanych **str.7**
 - h. Sposób powiązania instalacji obiektu budowlanego, z sieciami zewnętrznymi wraz z punktami pomiarowymi, założeniami przyjętymi do obliczeń instalacji oraz podstawowe wyniki tych obliczeń, z doбором, rodzaju i wielkości urządzeń **str.7**
 - i. Rozwiązania i sposób funkcjonowania zasadniczych urządzeń instalacji technicznych, w tym przemysłowych i ich zespołów tworzących całość techniczno – użytkową **str.7**
 - j. Dane dotyczące warunków ochrony przeciwpożarowej **str.7**
 - k. Charakterystyka energetyczna budynku **str.7**
5. Kopia decyzji o nadaniu uprawnień budowlanych **str. 8**
6. Zaświadczenie o przynależności do izby samorządu zawodowego **str. 8**
7. Obliczenia **str.9-54**
8. Załączniki **str.54-58**
9. Projekt techniczny – część rysunkowa

SPIS ZAWARTOŚCI CZĘŚCI RYSUNKOWEJ:

K1	Rzut fundamentów
K2	Rzut dachu
K3	Rzut konstrukcji dachu
K3.1	Otworowanie płatwi
K4	Przekrój A-A
K5	Detal połączenia „A”
K6	Detal połączenia „B”
K7	Elewacje boczne
K8	Elewacje frontowa i tylna

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:

Z1	Tiger Pro 72HC-BDVP 525-545 Watt
Z2	Płatew Z180x68/60x2.00

O Ś W I A D C Z E N I E

Na podstawie art. 34 ust. 3d pkt 3) ustawy Prawo budowlane (Dz. U. z 2021 r. poz. 2351 j.t.) oświadczam, że projekt techniczny:

Inwestor

Nadleśnictwo Gniewkowo,
ul. Dworcowa 10, 88-140 Gniewkowo

Nazwa zamierzenia budowlanego

Projekt wiaty parkingowej typu „Carport z autonomicznym podświetleniem”

Adres i kategoria obiektu budowlanego

Ul. Dworcowa, 88-140 Gniewkowo; Kategoria obiektu: VIII

Identyfikatory działek ewidencyjnych

040703_4.0169.4125/8

został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Branża	Imię i nazwisko	Specjalność	Nr uprawnień budowlanych Nr KPOIIB	Podpis
Projektant Konstrukcji	mgr inż. Monika Kucała	Konstrukcje budowlane	KUP/0031/PWOK/07 KUP/BO/0318/07	

INOWROCŁAW 12-10-2023

4. OPIS TECHNICZNY

a. Rozwiązania konstrukcyjne:

Przedmiotem opracowania jest wiata parkingowa typu „carport z autonomicznym podświetleniem” przeznaczona na całoroczny postój samochodów osobowych. Obiekt jest jednokondygnacyjny, przykryty dachem jednospadowym o kacie nachylenia 10°. Konstrukcja obiektu stalowa. Przyjęto posadowienie bezpośrednie na stopach fundamentowych.

Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji:

PN-EN 1990:2004/Ap1	Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji.
PN-EN 1991-1-1:2004	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy.
PN-EN 1991-1-3:2005	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – obciążenie śniegiem.
PN-EN 1991-1-4:2008	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne – obciążenie wiatrem.
PN-EN 1992:2008	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu.
PN-EN 1993:2008	Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych.
PN-EN 1995:2010	Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych.
PN-EN 1996:2010	Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych.
PN-EN 338:2011	Drewno konstrukcyjne, klasy wytrzymałości.
PN-EN 1997	Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

Obiekt został zaprojektowany dla II strefy obciążenia śniegiem i I strefy obciążenia wiatrem.

Uwaga: Projekt obejmuje skróconą formę obliczeń, pełna forma dostępna w biurze projektowym MK – PROJEKT. Fundamenty zostały zaprojektowane dla gruntu o parametrach:

- Piasek średni o miąższości warstwy 3,0 m i ciężarze właściwym $\gamma=18,0$ kN/m³
- Efektywny kąt tarcia wewnętrznego gruntu $\Phi'=28,0^\circ$
- Moduł sprężystości pierwotnej $M_0=10000,0$ kPa

- Moduł sprężystości $M=99000,0$ kPa
- Poziom wody gruntowej zlokalizowany co najmniej 1m poniżej poziomu posadowienia obiektu
- Ciężar zasyпки gruntu $\gamma=18,0$ kN/m³

Przed rozpoczęciem budowy należy wykonać badania geotechniczne. W przypadku stwierdzenia występowania innych warunków gruntowych niż powyższe należy zaadaptować projekt do rzeczywistych warunków lub dokonać wymiany gruntu, na grunt o powyższych parametrach na głębokości co najmniej 0,5m poniżej poziomu posadowienia.

Przyjęto następujące materiały konstrukcyjne:

- Beton C8/10 (B10) – beton podkładowy pod fundamenty;
- Beton C30/37 – fundamenty;
- Stal zbrojeniowa AIII N - RB 500 W w stopach fundamentowych;
- Stal konstrukcyjne S235;
- Stal S350 GD – płatwie, tężniki płatwi;

Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe podstawowych elementów konstrukcji:

Fundamenty

Zaprojektowano stopy fundamentowe żelbetowe schodkowe pod słupy ST1 o szerokości 130 cm i wysokości 120cm (posadowienie obiektu na 100 cm, 20 cm fundamentu naziemnego). Pod stopami fundamentowymi należy ustabilizować grunt podkładem betonowym gr. 10cm.

Stopy fundamentowe wykonać wg rzutu fundamentów z betonu C30/37. Stopy fundamentowe należy zbroić prętami ze stali RB 500 W.

Szczegółowe zbrojenie stóp fundamentowych zawarte w obliczeniach i rysunkach szczegółowych.

Konstrukcja nośna

Zaprojektowano konstrukcję stalową głównie ze stali S235, a także ze stali S350 GD. Konstrukcja składa się z rur kwadratowych 120x80x4 (stal S235) i dwuteowników IPE 120 (stal S235), a także z płatwi z profili zimnogiętych Z 180x68/60x2,00 (stal S350 GD). Konstrukcja jest spawana oraz łączona na śruby klasy 8.8. Stężenia konstrukcji zaprojektowano z prętów Ø10 łączonych na śruby rzymskie. Tężniki płatwi zaprojektowano z profili C100/48x2 (stal S350 GD). Szczegółowe rozwiązania zawarte w obliczeniach i na rysunkach szczegółowych. Montaż paneli fotowoltaicznych zgodnie z technologią producenta.

b. Geotechniczne warunki i sposób posadowienia obiektu

Nie dotyczy.

c. Dokumentacja geologiczna inżynierska

Nie dotyczy.

d. Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe wewnętrznych i zewnętrznych przegród budowlanych:

Nie dotyczy.

e. Podstawowe parametry technologiczne oraz współzależności urządzeń i wyposażenia związanego z przeznaczenia obiektu i jego rozwiązaniami budowlanymi

Nie dotyczy.

f. Rozwiązania budowlane i techniczno – instalacje, nawiązujące do warunków terenu występujące wzdłuż trasy obiektu

Nie dotyczy.

g. Rozwiązania elementów wyposażenia budowlano – instalacyjnego zapewniających użytkowanie obiektu budowlanego zgodnie z przeznaczeniem, tj. instalacji i urządzeń budowlanych:

Nie dotyczy.

h. Sposób powiązania instalacji obiektu budowlanego, z sieciami zewnętrznymi wraz z punktami pomiarowymi, założeniami przyjętymi do obliczeń instalacji oraz podstawowe wyniki tych obliczeń, z doбором rodzaju i wielkości urządzeń.

Nie dotyczy.

i. Rozwiązania i sposób funkcjonowania zasadniczych urządzeń instalacji technicznych, w tym przemysłowych i ich zespołów tworzących całość techniczno – użytkową

Nie dotyczy.

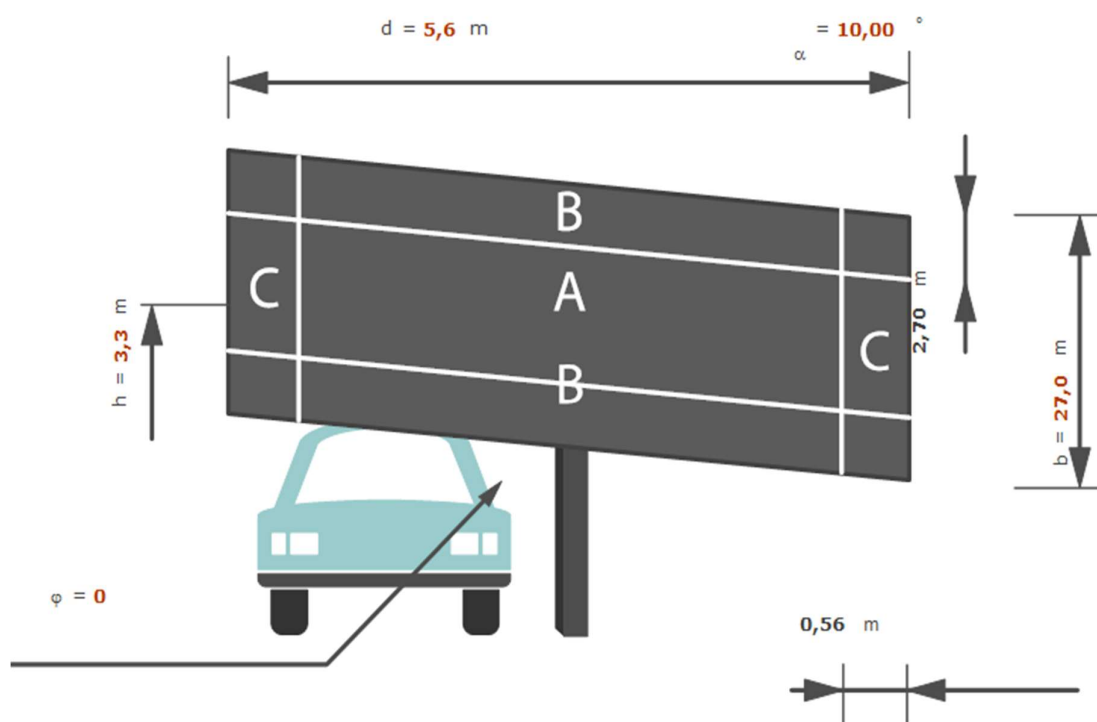
j. Dane dotyczące warunków ochrony przeciwpożarowej

Budynek niski, kategoria PM zagrożenia ludzi i klasy „E” odporności pożarowej, brak zagrożenia wybuchem, droga pożarowa nie wymagana. Minimalne odległości projektowanego budynku od innych istniejących obiektów budowlanych są spełnione.

k. Charakterystyka energetyczna budynku

Nie dotyczy – obiekt nieogrzewany.

Obciążenie wiatrem według PN-EN 1991-1-4



Dane	Wartość	Jednostka
Geometria		
- Wysokość obiektu	3,30	m
- Szerokość obiektu	27,00	m
- Długość obiektu	5,60	m
Lokalizacja		
- Rzędna terenu	83,00	m. n.p.m
Teren		
- Kategoria terenu	III	
Parametry		
- Współczynnik kierunkowy	1,00	
- Współczynnik pory roku	1,00	
Współczynnik blokowania (wypełnienia)	0	

Wyniki	Wartość	Jednostka
Pole obciążenia	A	

Współczynnik ekspozycji	1,42	
Wartość bazowa ciśnienia prędkości wiatru	0,30	kPa
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru	0,43	kPa
Współczynnik ciśnienia netto	-1,50	
Współczynnik oporu aerodynamicznego	-0,90	
Ciśnienie wiatru	-0,65	kPa
Obciążenie charakterystyczne powierzchni	-0,65	kN/m ²
Siła oddziaływania wiatru	-58,63	kN

Wyniki	Wartość	Jednostka
Pole obciążenia	B	
Współczynnik ekspozycji	1,42	
Wartość bazowa ciśnienia prędkości wiatru	0,30	kPa
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru	0,43	kPa
Współczynnik ciśnienia netto	-2,00	
Współczynnik oporu aerodynamicznego	-0,90	
Ciśnienie wiatru	-0,86	kPa
Obciążenie charakterystyczne powierzchni	-0,86	kN/m ²
Siła oddziaływania wiatru	-58,63	kN

Wyniki	Wartość	Jednostka
Pole obciążenia	C	
Współczynnik ekspozycji	1,42	
Wartość bazowa ciśnienia prędkości wiatru	0,30	kPa
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru	0,43	kPa
Współczynnik ciśnienia netto	-2,10	
Współczynnik oporu aerodynamicznego	-0,90	
Ciśnienie wiatru	-0,90	kPa
Obciążenie charakterystyczne powierzchni	-0,90	kN/m ²
Siła oddziaływania wiatru	-58,63	kN

Wyniki	Wartość	Jednostka
Pole obciążenia	A	
Współczynnik ekspozycji	1,42	
Wartość bazowa ciśnienia prędkości wiatru	0,30	kPa
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru	0,43	kPa
Współczynnik ciśnienia netto	1,20	
Współczynnik oporu aerodynamicznego	0,50	

Ciśnienie wiatru	0,52	kPa
Obciążenie charakterystyczne powierzchni	0,52	kN/m ²
Siła oddziaływania wiatru	32,57	kN

Wyniki	Wartość	Jednostka
Pole obciążenia	B	
Współczynnik ekspozycji	1,42	
Wartość bazowa ciśnienia prędkości wiatru	0,30	kPa
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru	0,43	kPa
Współczynnik ciśnienia netto	2,40	
Współczynnik oporu aerodynamicznego	0,50	
Ciśnienie wiatru	1,03	kPa
Obciążenie charakterystyczne powierzchni	1,03	kN/m ²
Siła oddziaływania wiatru	32,57	kN

Wyniki	Wartość	Jednostka
Pole obciążenia	C	
Współczynnik ekspozycji	1,42	
Wartość bazowa ciśnienia prędkości wiatru	0,30	kPa
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru	0,43	kPa
Współczynnik ciśnienia netto	1,60	
Współczynnik oporu aerodynamicznego	0,50	
Ciśnienie wiatru	0,69	kPa
Obciążenie charakterystyczne powierzchni	0,69	kN/m ²
Siła oddziaływania wiatru	32,57	kN

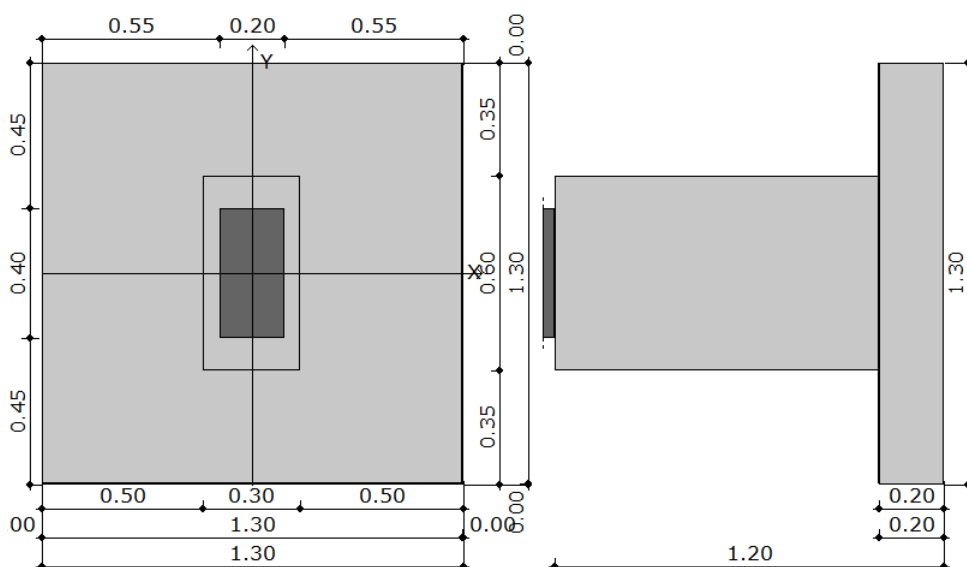
Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3: 2005 Eurokod 1

Dane	Wartość	Jednostka
Rodzaj dachu: Jednopołaciowy		
Wysokość nad poziomem morza:	83,00	m
Teren: Normalny		
Temperatura powietrza	0,00	°C
Region	II	
alfa	10,00	°
Wyniki	Wartość	Jednostka
Obciążenie S1	0,72	kN/m ²

Raport wymiarowania stopy fundamentowej wg PN-EN 1997-1 Eurokod 7 do programu Rama3D/2D:

Geometria

Szerokość stopy B	[m]	1.30
Długość stopy L	[m]	1.30
Wysokość stopy H_f	[m]	1.20
Szerokość przekroju słupa b	[m]	0.40
Wysokość przekroju słupa h	[m]	0.20
Mimośród e_x	[m]	0.00
Mimośród e_y	[m]	0.00
Szerokość cokołu środkowego B_1	[m]	1.30
Długość cokołu środkowego L_1	[m]	1.30
Szerokość cokołu górnego B_2	[m]	0.60
Długość cokołu górnego L_2	[m]	0.30
Wysokość cokołu dolnego H_1	[m]	0.20
Wysokość łączna cokołu środkowego i dolnego H_2	[m]	0.20

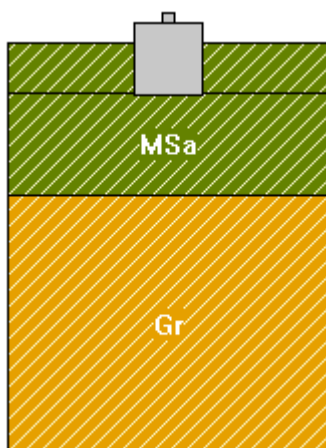


Materialy

Klasa betonu		C20/25
Ciężar objętościowy betonu	[kN/m ³]	24.00
Stopa prefabrykowana		NIE
Granica plastyczności stali	[MPa]	500
Średnica zbrojenia	[mm]	16.00
Grubość otuliny	[mm]	50.00
Czas realizacji budynku		powyżej roku

Ciężar zasypki	[kN/m ³]	18.50
----------------	----------------------	-------

Warunki gruntowe



Legenda:

- Warstwa - Numer porządkowy
- Nazwa - Nazwa warstwy
- H - Miąższość
- g - Ciężar właściwy
- c' - Spójność efektywna
- c_u - Wytrzymałość na ścinanie
- f' - Efektywny kąt tarcia wewnętrznego
- M - Moduł sprężystości
- M_o - Moduł sprężystości pierwotnej

Warstwa	Nazwa gruntu	H [m]	g [kN/m ³]	c' [kPa]	c _u [kPa]	f' [°]	M [kPa]	M _o [kPa]
1	Piasek średni (MSa)	3.0	18.0	0.0	0.0	28.0	99000.0	100000.0
2	Żwir (Gr)	5.0	19.0	0.0	0.0	34.4	95000.0	105000.0

Stan graniczny nośności (GEO)

Podejście obliczeniowe DA2

$g_{G, niekorzystne} = 1.35$, $g_Q = 1.50$

$g_R = 1.4$ – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na wyparcie

$g_{R,h} = 1.1$ – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na ściecie gruntu pod fundamentem

Głębokość posadowienia $h_f = 1.00$ m

Schemat nr 1

Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0.52 \cdot 24.00 = 12.48 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 22.35 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_{d,d} + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 44.57 \text{ [kN]}$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia nieosiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 0.09 + 12.43 + 22.35 = 34.87 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OB,k} + H_{Bk} \cdot h = 0.00 + 0.00 \cdot 1.20 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OL,k} + H_{Lk} \cdot h = -8.19 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + (-2.31)^2} = 2.31 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{OB} \cdot N_{G-Q,k}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot 0.09}{34.87} = |0.00| < 0.3 \cdot B = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G-Q,k}}{V_k} = \frac{(-8.19) + 0.00 \cdot 0.09}{34.87} = |-0.23| < 0.3 \cdot L = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprawdzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.30 - 2 \cdot 0.00 = 1.30 \text{ [m]}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.30 - 2 \cdot 0.23 = 0.83 \text{ [m]}$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.30 \cdot 0.83 = 1.08 \text{ [m}^2\text{]}$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 1.79 \cdot 0.89 +$$

$$18.00 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 1.74 \cdot 0.90 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 1.30 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot 0.53 \cdot 0.84 = 488.42 \text{ [kPa]}$$

q – napężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{527.10}{1.40} = 376.50 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 44.57 < R_d = 376.50 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Sprawdzenie stanu granicznego na ścięcie gruntu w poziomie posadowienia:

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

H_d – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścięcie,

$R_{p,d}$ – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left(\frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{Rh}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left(\frac{34.87 \cdot 0.53}{1.10}; 0.4 \cdot 44.57 \right) = 16.21 [kN]$$

$$H_d = 3.47 \leq R_d = 16.21 [kN]$$

Warunek nośności na ścięcie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
3.00	NIE	0.025	0.024	-	-

Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$g_{G, dst} = 1.10$$

$$g_{G, stb} = 0.90$$

$$g_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 0.00 < M_{B, stb} = 18.41 [kNm]$$

$$M_{L, dst} = 11.98 < M_{L, stb} = 18.41 [kNm]$$

Warunek stateczności spełniony.

Schemat nr 2

Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0.52 \cdot 24.00 = 12.4 [kN]$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 22.35 [kN]$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_{d,d} + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 28.52 + 1.35 \cdot (12.43 + 22.35) = 75.47 [kN]$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia niesiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 21.41 + 12.43 + 22.35 = 56.19 [kN]$$

$$M_{Bk} = M_{OB,k} + H_{Bk} \cdot h = 0.00 + 0.00 \cdot 1.20 = 0.00 [kNm]$$

$$M_{Lk} = M_{OL,k} + H_{Lk} \cdot h = 3.27 + 2.56 \cdot 1.20 = 6.35 [kNm]$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + 2.56^2} = 2.56 [kN]$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{OB} \cdot N_{G,Qk}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot 21.41}{56.19} = |0.00| < 0.3 \cdot B = 0.39 [m]$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G,Qk}}{V_k} = \frac{6.35 + 0.00 \cdot 21.41}{56.19} = |0.11| < 0.3 \cdot L = 0.39 [m]$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.30 - 2 \cdot 0.00 = 1.30 [m]$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.30 - 2 \cdot 0.11 = 1.07 [m]$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.30 \cdot 1.07 = 1.40 [m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 1.61 \cdot 0.93 +$$

$$18.00 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 1.57 \cdot 0.93 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 1.30 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot 0.64 \cdot 0.89 = 484.18 [kPa]$$

q – napężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{676.03}{1.40} = 482.88 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 75.47 < R_d = 482.88 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Sprawdzenie stanu granicznego na ścięcie gruntu w poziomie posadowienia:

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

H_d – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścięcie,

$R_{p,d}$ – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left(\frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{R,h}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left(\frac{56.19 \cdot 0.53}{1.10}; 0.4 \cdot 75.47 \right) = 27.18 [kN]$$

$$H_d = 3.84 \leq R_d = 27.18 [kN]$$

Warunek nośności na ścięcie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
3.00	NIE	0.026	0.026	-	-

Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$g_{G, dst} = 1.10$$

$$g_{G, stb} = 0.90$$

$$g_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 0.00 < M_{B, stb} = 38.49 [kNm]$$

$$M_{L, dst} = 9.97 < M_{L, stb} = 38.49 [kNm]$$

Warunek stateczności spełniony.

Schemat nr 3

Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0.52 \cdot 24.00 = 12.4 [kN]$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 22.35 [kN]$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_{d, d} + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 9.70 + 1.35 \cdot (12.43 + 22.35) = 56.65 [kN]$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia niesiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 7.18 + 12.43 + 22.35 = 41.96 [kN]$$

$$M_{Bk} = M_{OBk} + H_{Bk} \cdot h = 0.00 + 0.00 \cdot 1.20 = 0.00 [kNm]$$

$$M_{Lk} = M_{OLk} + H_{Lk} \cdot h = -0.89 [kNm]$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + 0.00^2} = 0.00 [kN]$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{OB} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot 7.18}{41.96} = |0.00| < 0,3 \cdot B = 0.39 [m]$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{-0.89 + 0.00 \cdot 7.18}{41.96} = |-0.02| < 0,3 \cdot L = 0.39 [m]$$

Warunek spełniony

Sprawdzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.30 - 2 \cdot 0.00 = 1.30 [m]$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.30 - 2 \cdot 0.02 = 1.26 [m]$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.30 \cdot 1.26 = 1.64 [m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 1.52 \cdot 1.00 +$$

$$18.00 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 1.49 \cdot 1.00 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 1.30 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot 0.69 \cdot 1.00 = 512.47 [kPa]$$

q – naprężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{837.91}{1.40} = 598.51 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 56.65 < R_d = 598.51 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Sprawdzenie stanu granicznego na ścięcie gruntu w poziomie posadowienia:

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

H_d – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścięcie,

$R_{p,d}$ – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left(\frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{R,h}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left(\frac{41.96 \cdot 0.53}{1.10}; 0.4 \cdot 56.65 \right) = 20.30 [kN]$$

$$H_d = 0.00 \leq R_d = 20.30 [kN]$$

Warunek nośności na ścięcie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
3.00	NIE	0.000	0.024	-	-

Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$g_{G, dst} = 1.10$$

$$g_{G, stb} = 0.90$$

$$g_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 0.00 < M_{B, stb} = 26.26 [kNm]$$

$$M_{L, dst} = 1.20 < M_{L, stb} = 26.26 [kNm]$$

Warunek stateczności spełniony.

Schemat nr 4

Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0.52 \cdot 24.00 = 12.48 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 22.35 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_{d,d} + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 9.70 + 1.35 \cdot (12.48 + 22.35) = 56.65 \text{ [kN]}$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia nieosiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 7.18 + 12.48 + 22.35 = 41.96 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OB,k} + H_{Bk} \cdot h = 0.00 + 0.00 \cdot 1.20 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OL,k} + H_{Lk} \cdot h = -0.89 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + 0.00^2} = 0.00 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{OB} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot 7.18}{41.96} = |0.00| < 0.3 \cdot B = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{-0.89 + 0.00 \cdot 7.18}{41.96} = |-0.02| < 0.3 \cdot L = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.30 - 2 \cdot 0.00 = 1.30 \text{ [m]}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.30 - 2 \cdot 0.02 = 1.26 \text{ [m]}$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.30 \cdot 1.26 = 1.64 \text{ [m}^2\text{]}$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_o \cdot b_o \cdot s_o \cdot i_o + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 1.52 \cdot 1.00 +$$

$$18.00 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 1.49 \cdot 1.00 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 1.30 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot 0.69 \cdot 1.00 = 512.47 \text{ [kPa]}$$

q – naprężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{837.91}{1.40} = 598.51 \text{ [kN]}$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 56.65 < R_d = 598.51 \text{ kN}$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Sprawdzenie stanu granicznego na ściecie gruntu w poziomie posadowienia:

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

H_d – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ściecie,

$R_{p,d}$ – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left(\frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{R,h}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left(\frac{41.96 \cdot 0.53}{1.10}; 0.4 \cdot 56.65 \right) = 20.30 [kN]$$

$$H_d = 0.00 \leq R_d = 20.30 [kN]$$

Warunek nośności na ściecie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
3.00	NIE	0.000	0.024	-	-

Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$g_{G, dst} = 1.10$$

$$g_{G, stb} = 0.90$$

$$g_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 0.00 < M_{B, stb} = 26.26 [kNm]$$

$$M_{L, dst} = 1.20 < M_{L, stb} = 26.26 [kNm]$$

Warunek stateczności spełniony.

Schemat nr 5

Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0.52 \cdot 24.00 = 12.4 [kN]$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 22.35 [kN]$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_{d, d} + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 38.29 + 1.35 \cdot (12.43 + 22.35) = 85.24 [kN]$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia nieosiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 27.20 + 12.43 + 22.35 = 61.98 [kN]$$

$$M_{Bk} = M_{OB, k} + H_{Bk} \cdot h = 0.00 + 0.00 \cdot 1.20 = 0.00 [kNm]$$

$$M_{Lk} = M_{OL, k} + H_{Lk} \cdot h = 0.06 + 1.54 \cdot 1.20 = 1.90 [kNm]$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + 1.54^2} = 1.54 [kN]$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{OB} \cdot N_{G, Qk}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot 27.20}{61.98} = |0.00| < 0.3 \cdot B = 0.39 [m]$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G,Qk}}{V_k} = \frac{1.90 + 0.00 \cdot 27.20}{61.98} = |0.03| < 0.3 \cdot L = 0.39 [m]$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.30 - 2 \cdot 0.00 = 1.30 [m]$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.30 - 2 \cdot 0.03 = 1.24 [m]$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.30 \cdot 1.24 = 1.61 [m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 1.53 \cdot 0.96 +$$

$$18.00 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 1.49 \cdot 0.96 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 1.30 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot 0.69 \cdot 0.94 = 491.69 [kPa]$$

q – naprężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{791.68}{1.40} = 565.48 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 85.24 < R_d = 565.48 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Sprawdzenie stanu granicznego na ściecie gruntu w poziomie posadowienia:

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

H_d – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ściecie,

$R_{p,d}$ – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left(\frac{V_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{Rh}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left(\frac{61.98 \cdot 0.53}{1.10}; 0.4 \cdot 85.24 \right) = 29.98 [kN]$$

$$H_d = 2.31 \leq R_d = 29.98 [kN]$$

Warunek nośności na ściecie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
3.00	NIE	0.015	0.026	-	-

Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$g_{G, dst} = 1.10$$

$$g_{G, stb} = 0.90$$

$$g_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B,dst} = 0.00 < M_{B,stab} = 44.84 \text{ [kNm]}$$

$$M_{L,dst} = 3.17 < M_{L,stab} = 44.84 \text{ [kNm]}$$

Warunek stateczności spełniony.

Schemat nr 6

Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0.52 \cdot 24.00 = 12.4 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 22.35 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_{,d} + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 34.88 \text{ [kN]}$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia niesiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 29.13 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OB,k} + H_{Bk} \cdot h = 0.00 + 0.00 \cdot 1.20 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OL,k} + H_{Lk} \cdot h = -7.42 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + (-2.31)^2} = 2.31 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{OB} \cdot N_{G,Q,k}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot (-5.65)}{29.13} = |0.00| < 0.3 \cdot B = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G,Q,k}}{V_k} = \frac{(-7.42) + 0.00 \cdot (-5.65)}{29.13} = |-0.25| < 0.3 \cdot L = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprawdzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.30 - 2 \cdot 0.00 = 1.30 \text{ [m]}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.30 - 2 \cdot 0.25 = 0.79 \text{ [m]}$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.30 \cdot 0.79 = 1.03 \text{ [m}^2\text{]}$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_e \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 1.83 \cdot 0.87 +$$

$$18.00 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 1.77 \cdot 0.87 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 1.30 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot 0.51 \cdot 0.80 = 481.24 \text{ [kPa]}$$

q – naprężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{494.70}{1.40} = 353.36 \text{ [kN]}$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 34.88 < R_d = 353.36 \text{ kN}$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Sprawdzenie stanu granicznego na ściecie gruntu w poziomie posadowienia:

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

H_d – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ściecie,

$R_{p,d}$ – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left(\frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{R,h}}; 0,4 \cdot V_d \right) = \min \left(\frac{29,13 \cdot 0,53}{1,10}; 0,4 \cdot 34,88 \right) = 12,68 [kN]$$

$$H_d = 3,47 \leq R_d = 12,68 [kN]$$

Warunek nośności na ściecie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
3.00	NIE	0.026	0.024	-	-

Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$g_{G, dst} = 1,10$$

$$g_{G, stb} = 0,90$$

$$g_{Q, dst} = 1,50$$

$$M_{B, dst} = 0,00 < M_{B, stb} = 12,11 [kNm]$$

$$M_{L, dst} = 10,68 < M_{L, stb} = 12,11 [kNm]$$

Warunek stateczności spełniony.

Schemat nr 7

Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0,52 \cdot 24,00 = 12,4 [kN]$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 22,35 [kN]$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_{d,d} + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 44,57 [kN]$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia niesiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 0,09 + 12,43 + 22,35 = 34,87 [kN]$$

$$M_{Bk} = M_{OB,k} + H_{Bk} \cdot h = 0,00 + 0,00 \cdot 1,20 = 0,00 [kNm]$$

$$M_{Lk} = M_{OLk} + H_{Lk} \cdot h = -8.19 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + -2.31^2} = 2.31 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{OB} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot 0.09}{34.87} = |0.00| < 0,3 \cdot B = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{(-8.19) + 0.00 \cdot 0.09}{34.87} = |-0.23| < 0,3 \cdot L = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.30 - 2 \cdot 0.00 = 1.30 \text{ [m]}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.30 - 2 \cdot 0.23 = 0.83 \text{ [m]}$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.30 \cdot 0.83 = 1.08 \text{ [m}^2\text{]}$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 1.79 \cdot 0.89 +$$

$$18.00 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 1.74 \cdot 0.90 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 1.30 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot 0.53 \cdot 0.84 = 488.42 \text{ [kPa]}$$

q – napężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{527.10}{1.40} = 376.50 \text{ [kN]}$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 44.57 < R_d = 376.50 \text{ kN}$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Sprawdzenie stanu granicznego na ścięcie gruntu w poziomie posadowienia:

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

H_d – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścięcie,

$R_{p,d}$ – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left(\frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{Rh}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left(\frac{34.87 \cdot 0.53}{1.10}; 0.4 \cdot 44.57 \right) = 16.21 \text{ [kN]}$$

$$H_d = 3.47 \leq R_d = 16.21 \text{ [kN]}$$

Warunek nośności na ścięcie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
3.00	NIE	0.025	0.024	-	-

Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$g_{G, dst} = 1.10$$

$$g_{G, stb} = 0.90$$

$$g_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 0.00 < M_{B, stb} = 18.41 \text{ [kNm]}$$

$$M_{L, dst} = 11.98 < M_{L, stb} = 18.41 \text{ [kNm]}$$

Warunek stateczności spełniony.

Schemat nr 8

Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0.52 \cdot 24.00 = 12.4 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 22.35 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_d + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 28.52 + 1.35 \cdot (12.43 + 22.35) = 75.47 \text{ [kN]}$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia niesiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 21.41 + 12.43 + 22.35 = 56.19 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OBk} + H_{Bk} \cdot h = 0.00 + 0.00 \cdot 1.20 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OLk} + H_{Lk} \cdot h = 3.27 + 2.56 \cdot 1.20 = 6.35 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + 2.56^2} = 2.56 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{OB} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot 21.41}{56.19} = |0.00| < 0.3 \cdot B = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{6.35 + 0.00 \cdot 21.41}{56.19} = |0.11| < 0.3 \cdot L = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprawdzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.30 - 2 \cdot 0.00 = 1.30 \text{ [m]}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.30 - 2 \cdot 0.11 = 1.07 \text{ [m]}$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.30 \cdot 1.07 = 1.40 \text{ [m}^2\text{]}$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 1.61 \cdot 0.93 +$$

$$18.00 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 1.57 \cdot 0.93 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 1.30 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot 0.64 \cdot 0.89 = 484.18 \text{ [kPa]}$$

q – naprężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{676.03}{1.40} = 482.88 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 75.47 < R_d = 482.88 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Sprawdzenie stanu granicznego na ściecie gruntu w poziomie posadowienia:

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

H_d – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ściecie,

$R_{p,d}$ – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left(\frac{V'_k \cdot \tan \left(\frac{\delta_k}{\gamma_{Rh}} \right); 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left(\frac{56.19 \cdot 0.53}{1.10}; 0.4 \cdot 75.47 \right) = 27.18 [kN]$$

$$H_d = 3.84 \leq R_d = 27.18 [kN]$$

Warunek nośności na ściecie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
3.00	NIE	0.026	0.026	-	-

Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$g_{G, dst} = 1.10$$

$$g_{G, stb} = 0.90$$

$$g_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 0.00 < M_{B, stb} = 38.49 [kNm]$$

$$M_{L, dst} = 9.97 < M_{L, stb} = 38.49 [kNm]$$

Warunek stateczności spełniony.

Schemat nr 9

Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0.52 \cdot 24.00 = 12.4 [kN]$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 22.35 [kN]$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_d + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 9.70 + 1.35 \cdot (12.43 + 22.35) = 56.65 [kN]$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia niesiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 7.18 + 12.43 + 22.35 = 41.96 [kN]$$

$$M_{Bk} = M_{OB,k} + H_{Bk} \cdot h = 0.00 + 0.00 \cdot 1.20 = 0.00 [kNm]$$

$$M_{Lk} = M_{OL,k} + H_{Lk} \cdot h = -0.89 [kNm]$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + 0.00^2} = 0.00 [kN]$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{OB} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot 7.18}{41.96} = |0.00| < 0.3 \cdot B = 0.39 [m]$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{-0.89 + 0.00 \cdot 7.18}{41.96} = |-0.02| < 0.3 \cdot L = 0.39 [m]$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.30 - 2 \cdot 0.00 = 1.30 [m]$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.30 - 2 \cdot 0.02 = 1.26 [m]$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.30 \cdot 1.26 = 1.64 [m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 1.52 \cdot 1.00 + 18.00 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 1.49 \cdot 1.00 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 1.30 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot 0.69 \cdot 1.00 = 512.47 [kPa]$$

q – naprężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{837.91}{1.40} = 598.51 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 56.65 < R_d = 598.51 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Sprawdzenie stanu granicznego na ścięcie gruntu w poziomie posadowienia:

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

H_d – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścięcie,

$R_{p,d}$ – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left(\frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{R,h}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left(\frac{41.96 \cdot 0.53}{1.10}; 0.4 \cdot 56.65 \right) = 20.30 [kN]$$

$$H_d = 0.00 \leq R_d = 20.30 [kN]$$

Warunek nośności na ścięcie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
3.00	NIE	0.000	0.024	-	-

Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$g_{G, dst} = 1.10$$

$$g_{G, stb} = 0.90$$

$$g_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 0.00 < M_{B, stb} = 26.26 \text{ [kNm]}$$

$$M_{L, dst} = 1.20 < M_{L, stb} = 26.26 \text{ [kNm]}$$

Warunek stateczności spełniony.

Schemat nr 10

Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 0.52 \cdot 24.00 = 12.4 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 22.35 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_{d, d} + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 9.70 + 1.35 \cdot (12.43 + 22.35) = 56.65 \text{ [kN]}$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia niesiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 7.18 + 12.43 + 22.35 = 41.96 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OBk} + H_{Bk} \cdot h = 0.00 + 0.00 \cdot 1.20 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OLk} + H_{Lk} \cdot h = -0.89 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + 0.00^2} = 0.00 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{OB} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot 7.18}{41.96} = |0.00| < 0,3 \cdot B = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G-Qk}}{V_k} = \frac{-0.89 + 0.00 \cdot 7.18}{41.96} = |-0.02| < 0,3 \cdot L = 0.39 \text{ [m]}$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 1.30 - 2 \cdot 0.00 = 1.30 \text{ [m]}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.30 - 2 \cdot 0.02 = 1.26 [m]$$

$$A' = B' \cdot L' = 1.30 \cdot 1.26 = 1.64 [m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 1.52 \cdot 1.00 +$$

$$18.00 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 1.49 \cdot 1.00 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 1.30 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot 0.69 \cdot 1.00 = 512.47 [kPa]$$

q – naprężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{837.91}{1.40} = 598.51 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 56.65 < R_d = 598.51 kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

Sprawdzenie stanu granicznego na ścięcie gruntu w poziomie posadowienia:

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

H_d – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścięcie,

$R_{p,d}$ – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left(\frac{V'_k \cdot \tan \left(\delta_k \right)}{\gamma_{R,h}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left(\frac{41.96 \cdot 0.53}{1.10}; 0.4 \cdot 56.65 \right) = 20.30 [kN]$$

$$H_d = 0.00 \leq R_d = 20.30 [kN]$$

Warunek nośności na ścięcie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
3.00	NIE	0.000	0.024	-	-

Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$g_{G, dst} = 1.10$$

$$g_{G, stb} = 0.90$$

$$g_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 0.00 < M_{B, stb} = 26.26 [kNm]$$

$$M_{L, dst} = 1.20 < M_{L, stb} = 26.26 [kNm]$$

Warunek stateczności spełniony.

Sprawdzenie przebicia fundamentu:

Sprawdzenie obwodu wewnętrznego:

Wymiary obwodu kontrolnego:

$$b_L = 4.77 [m]$$

$$b_B = 4.97 [m]$$

Nośność na przebicie spełniona, obwód krytyczny poza stopą.

Sprawdzenie obwodu zewnętrznego:

Wymiary obwodu kontrolnego:

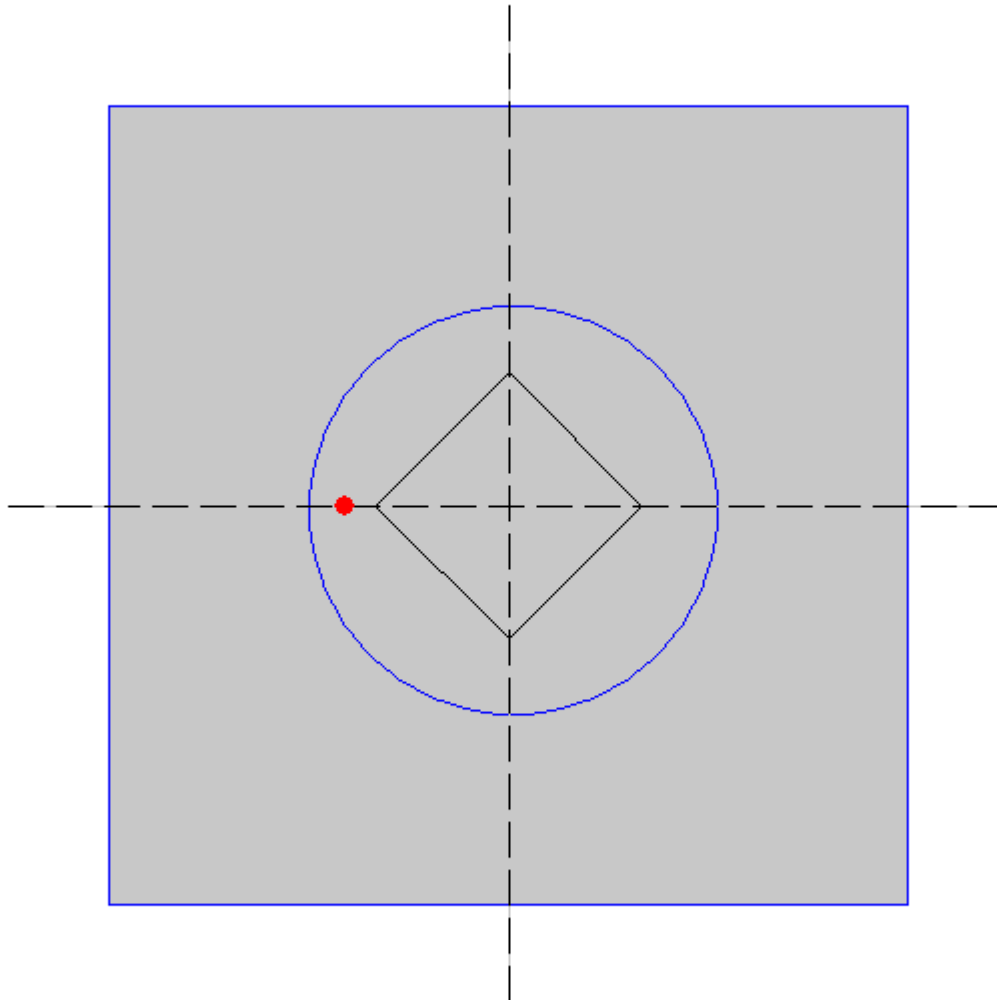
$$b_L = 5.87 [m]$$

$$b_B = 5.87 [m]$$

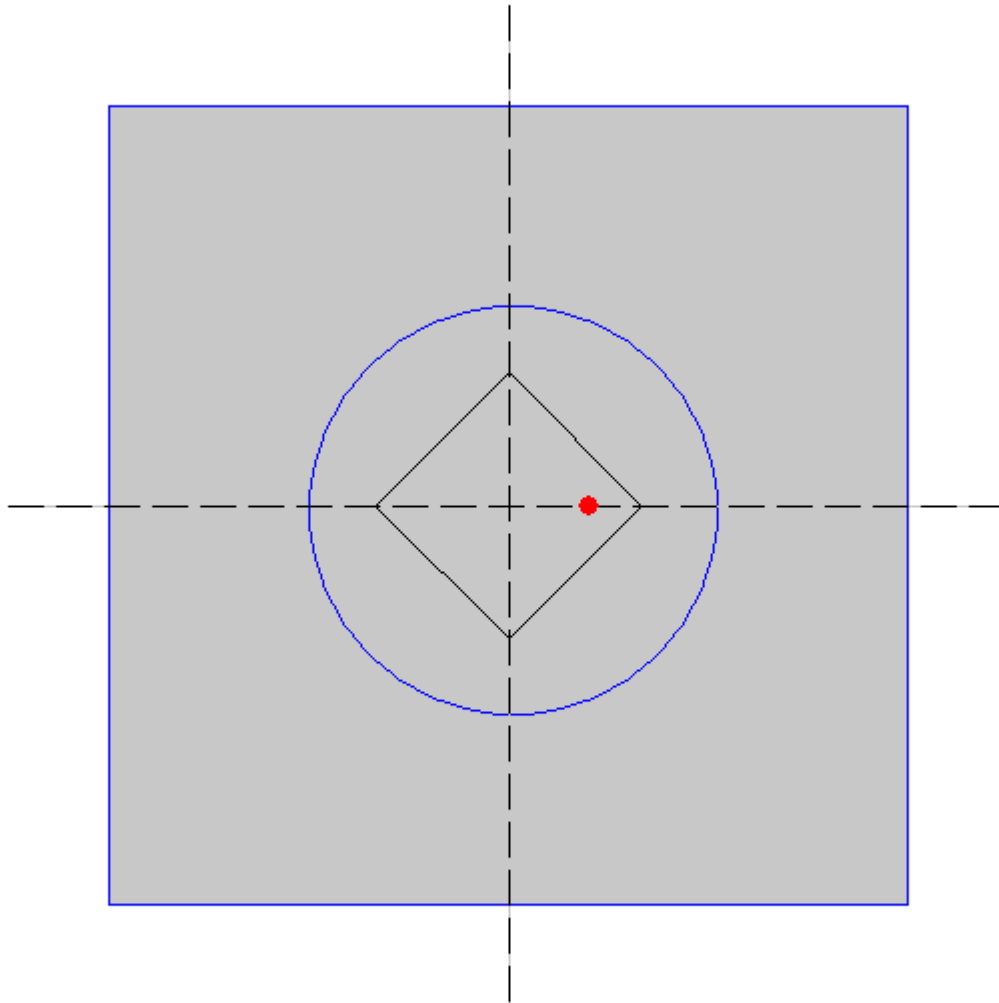
Nośność na przebicie spełniona, obwód krytyczny poza stopą.

Położenie wypadkowej sił

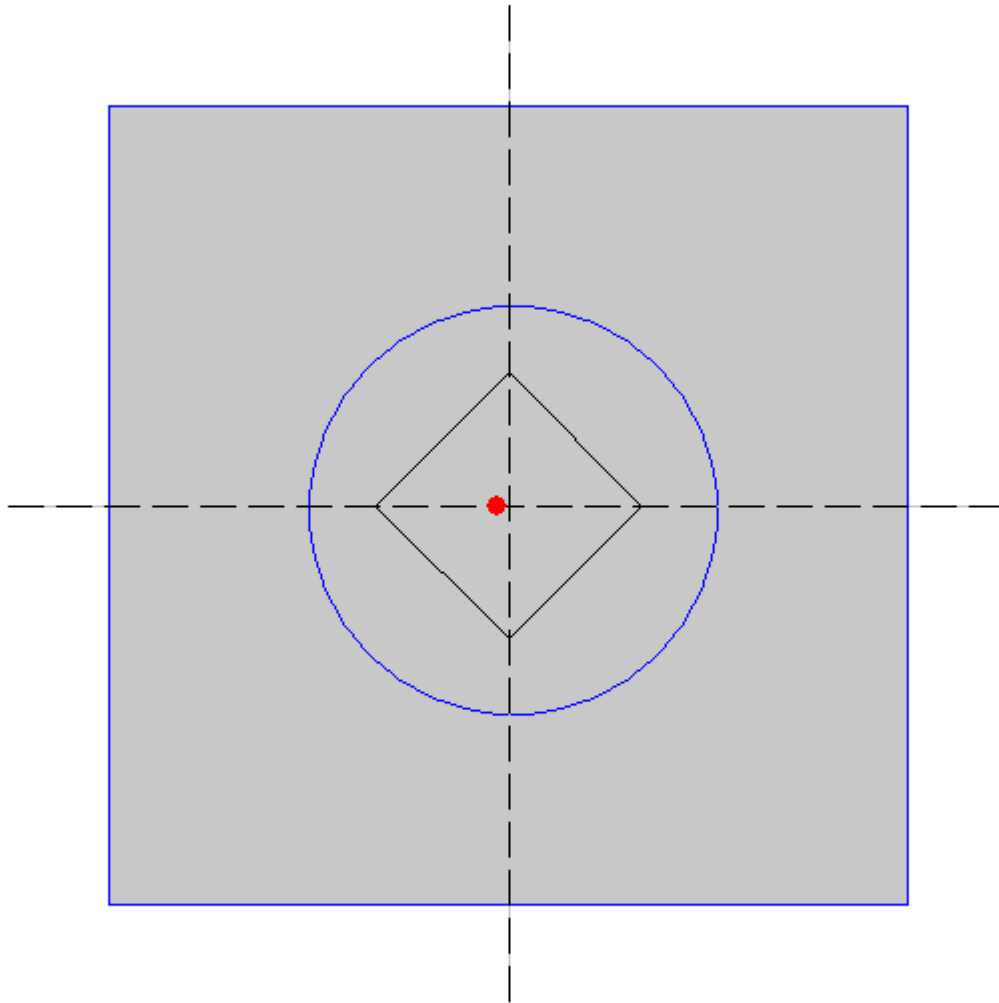
Schemat nr 1



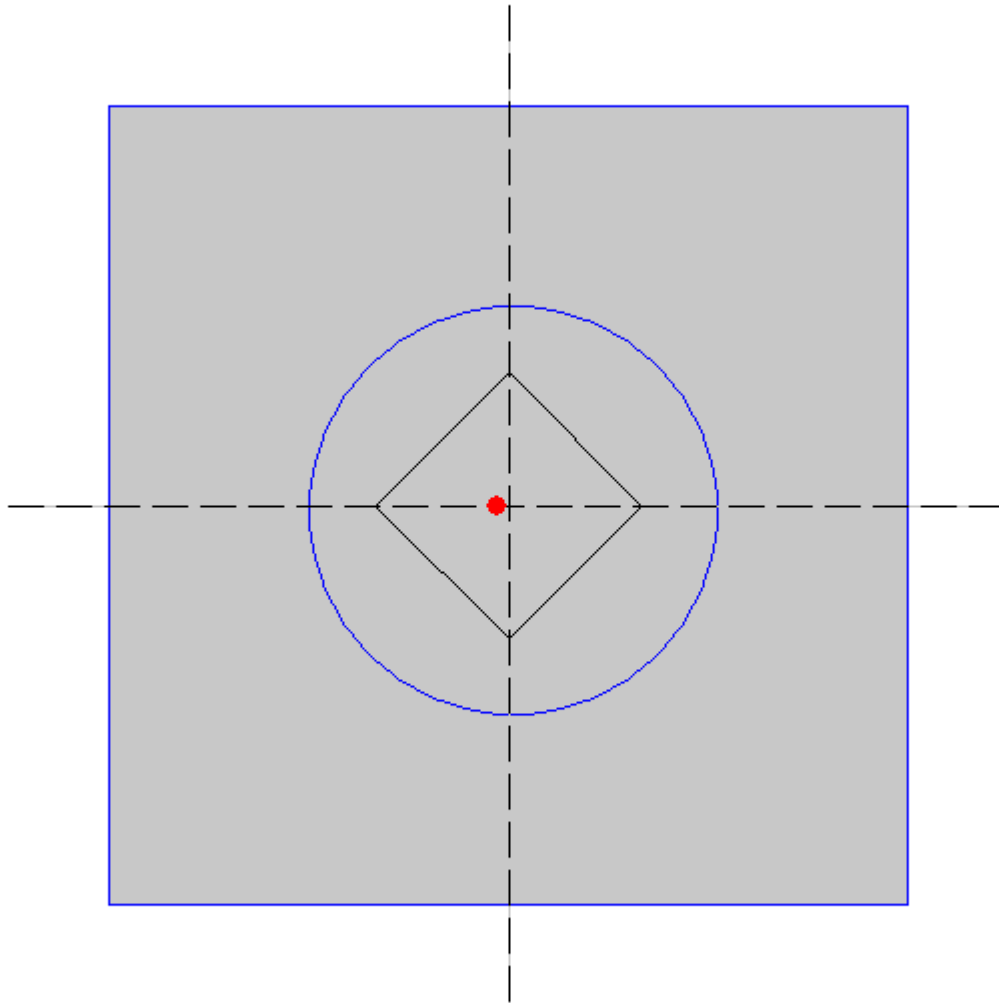
Schemat nr 2



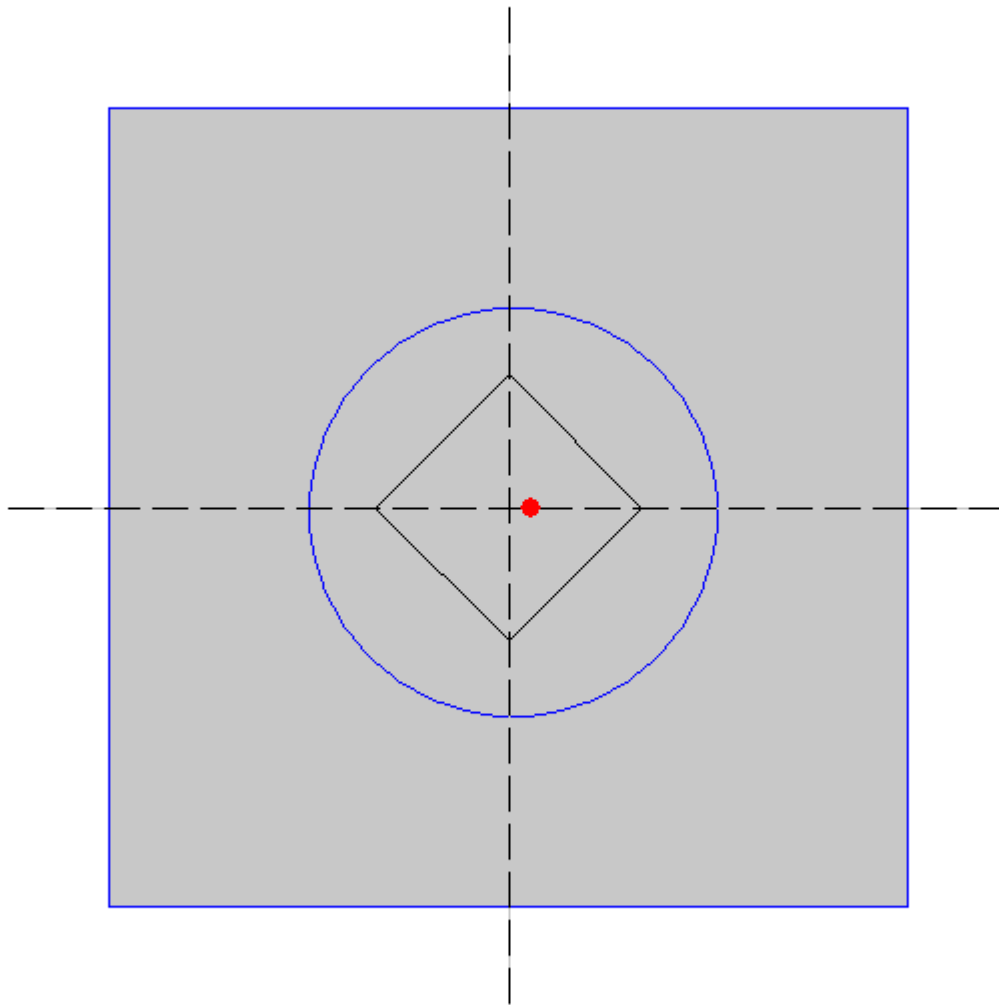
Schemat nr 3



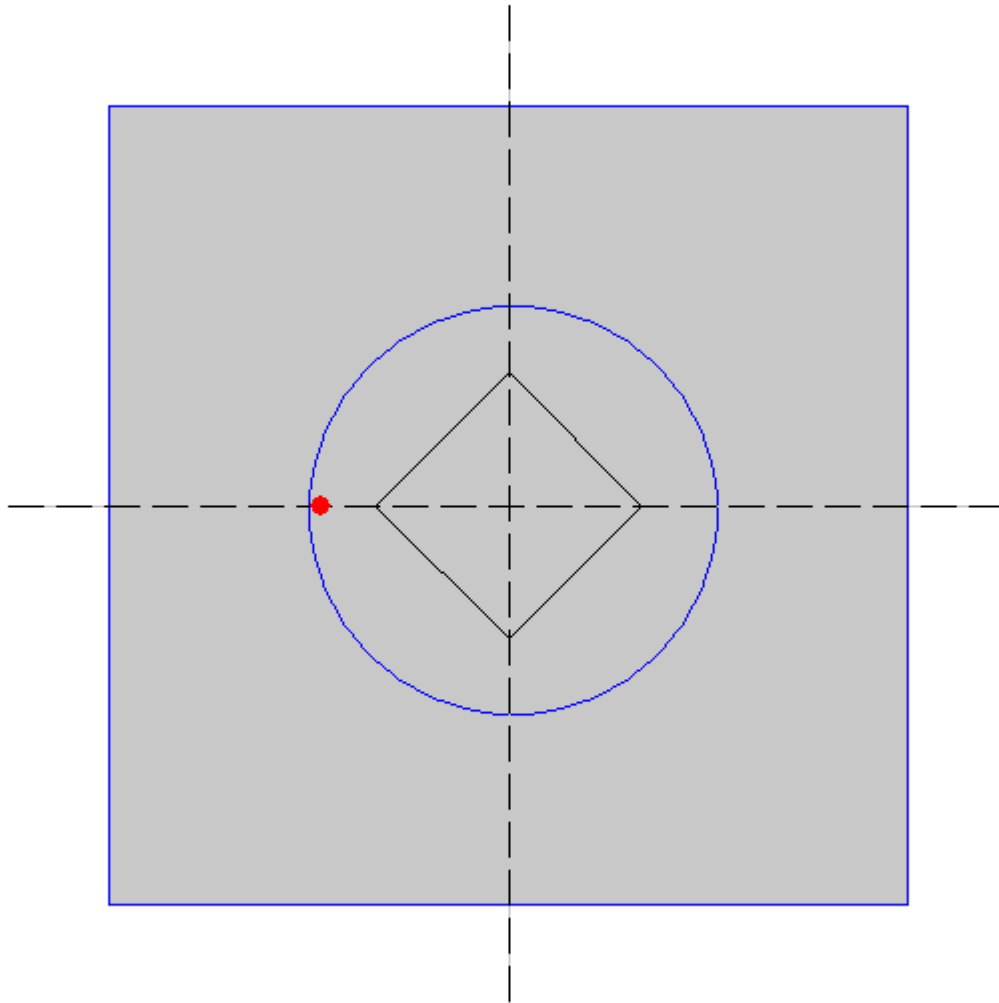
Schemat nr 4



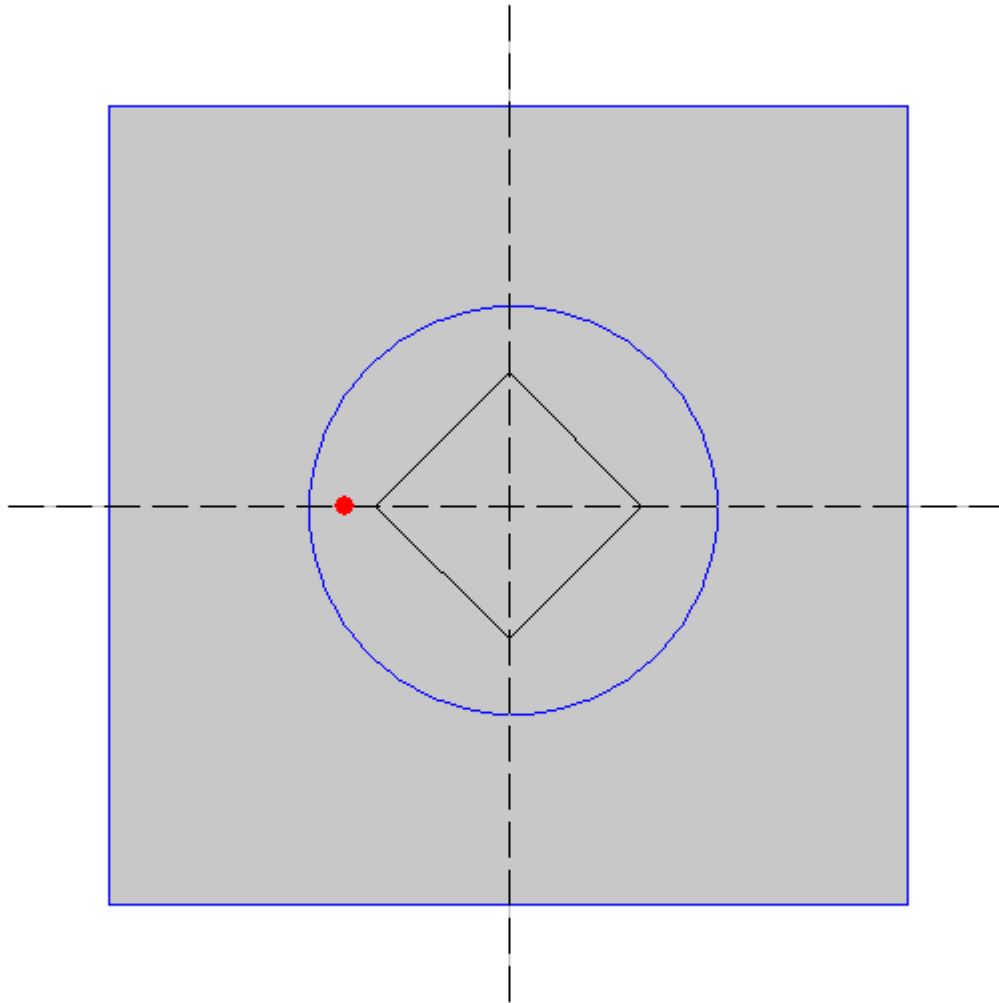
Schemat nr 5



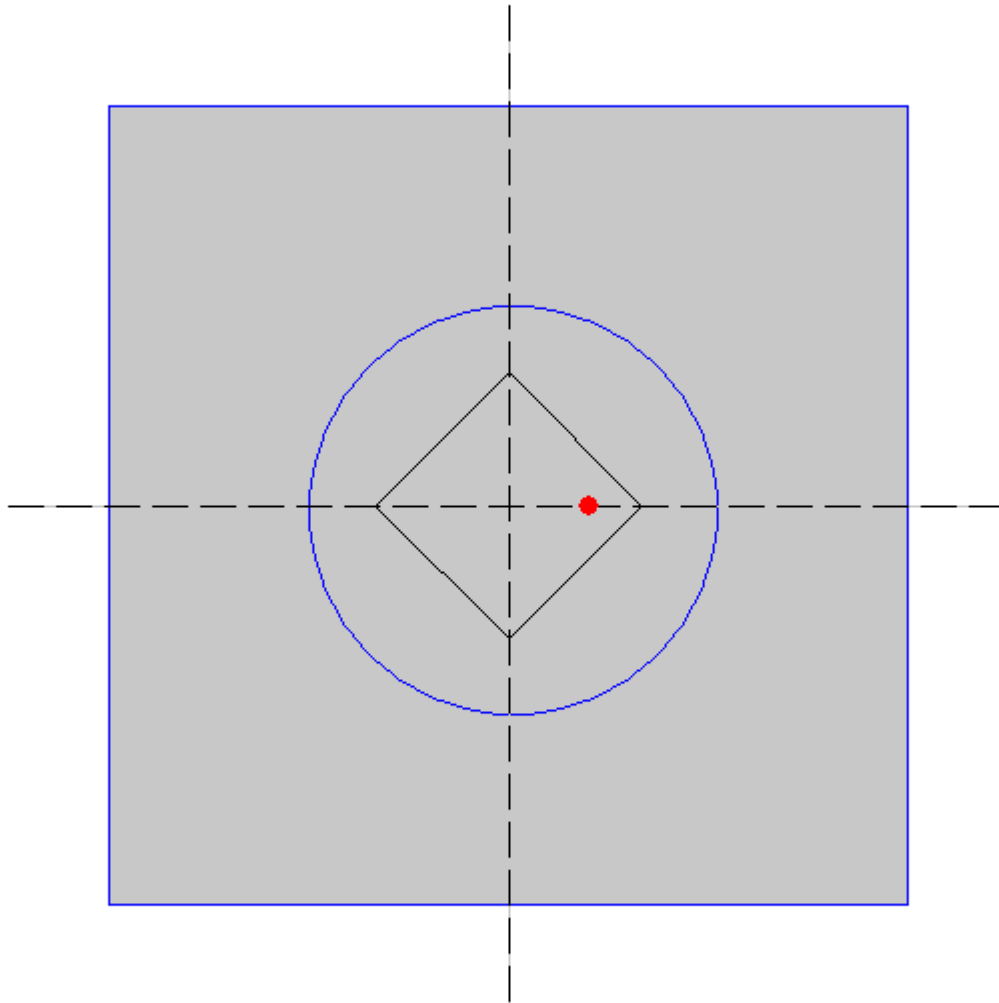
Schemat nr 6



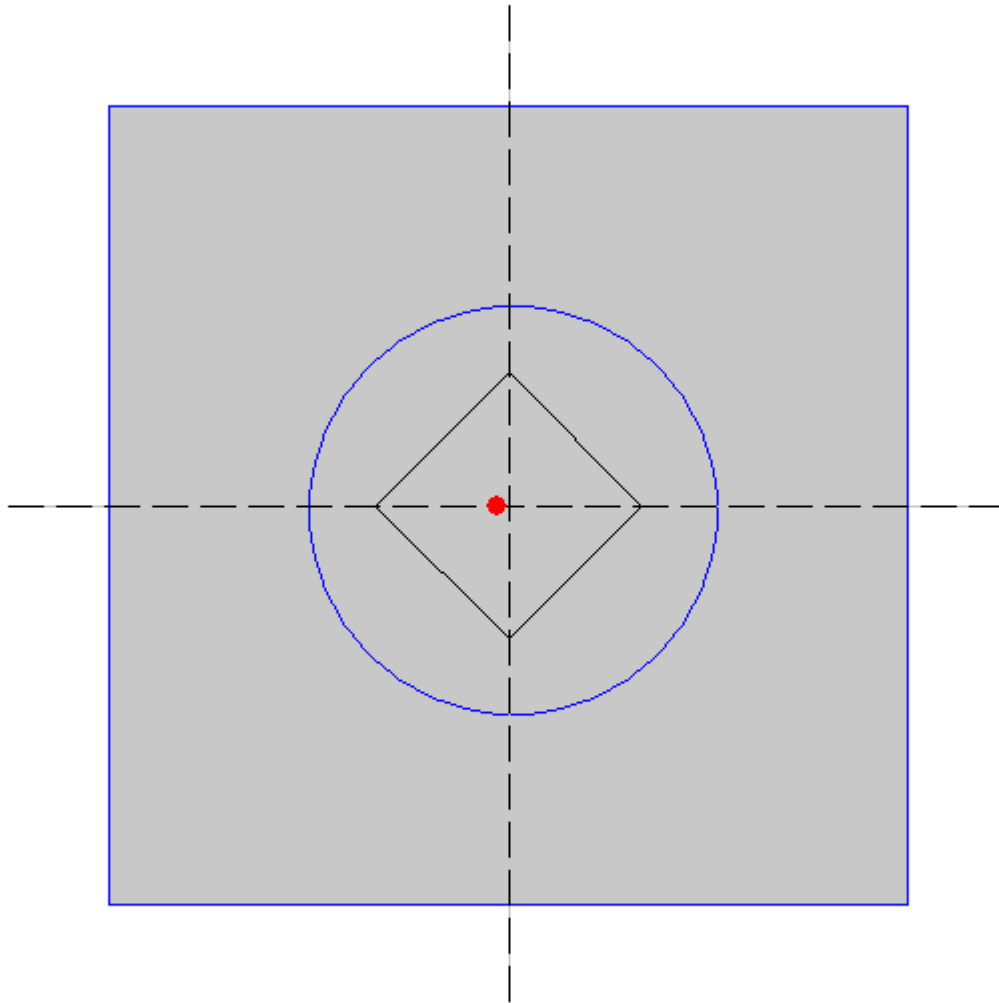
Schemat nr 7



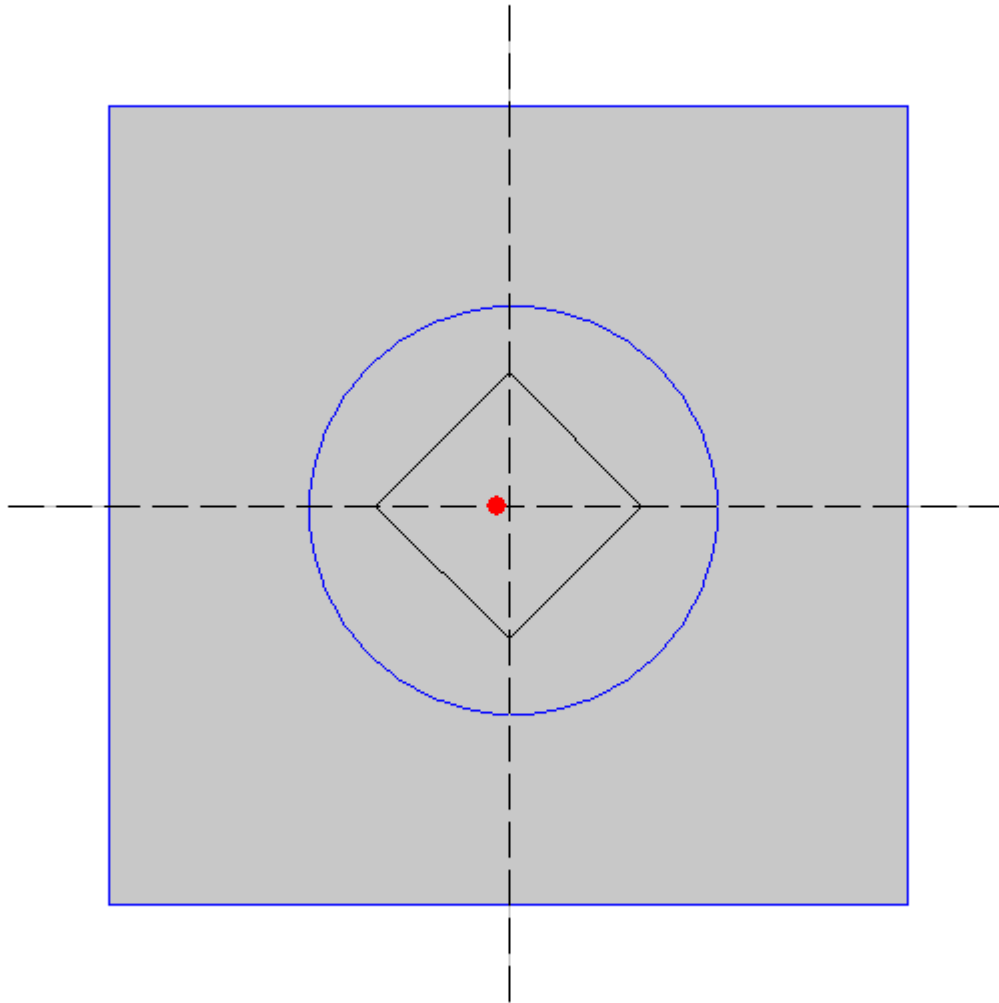
Schemat nr 8



Schemat nr 9



Schemat nr 10



Wymiarowanie zbrojenia

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 1

$$A_B = 0.00 \quad \text{cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 3.09 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 2

$$A_B = 3.09 \quad \text{cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 3.09 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 3

$$A_B = 0.00 \quad \text{cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 3.09 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 4

$$A_B = 0.00 \quad \text{cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 3.09 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 5

$$A_B = 3.09 \quad \text{cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 3.09 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 6

$$A_B = 0.00 \quad \text{cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 3.09 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 7

$$A_B = 0.00 \quad \text{cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 3.09 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 8

$$A_B = 3.09 \quad \text{cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 3.09 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 9

$$A_B = 0.00 \quad \text{cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 3.09 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 10

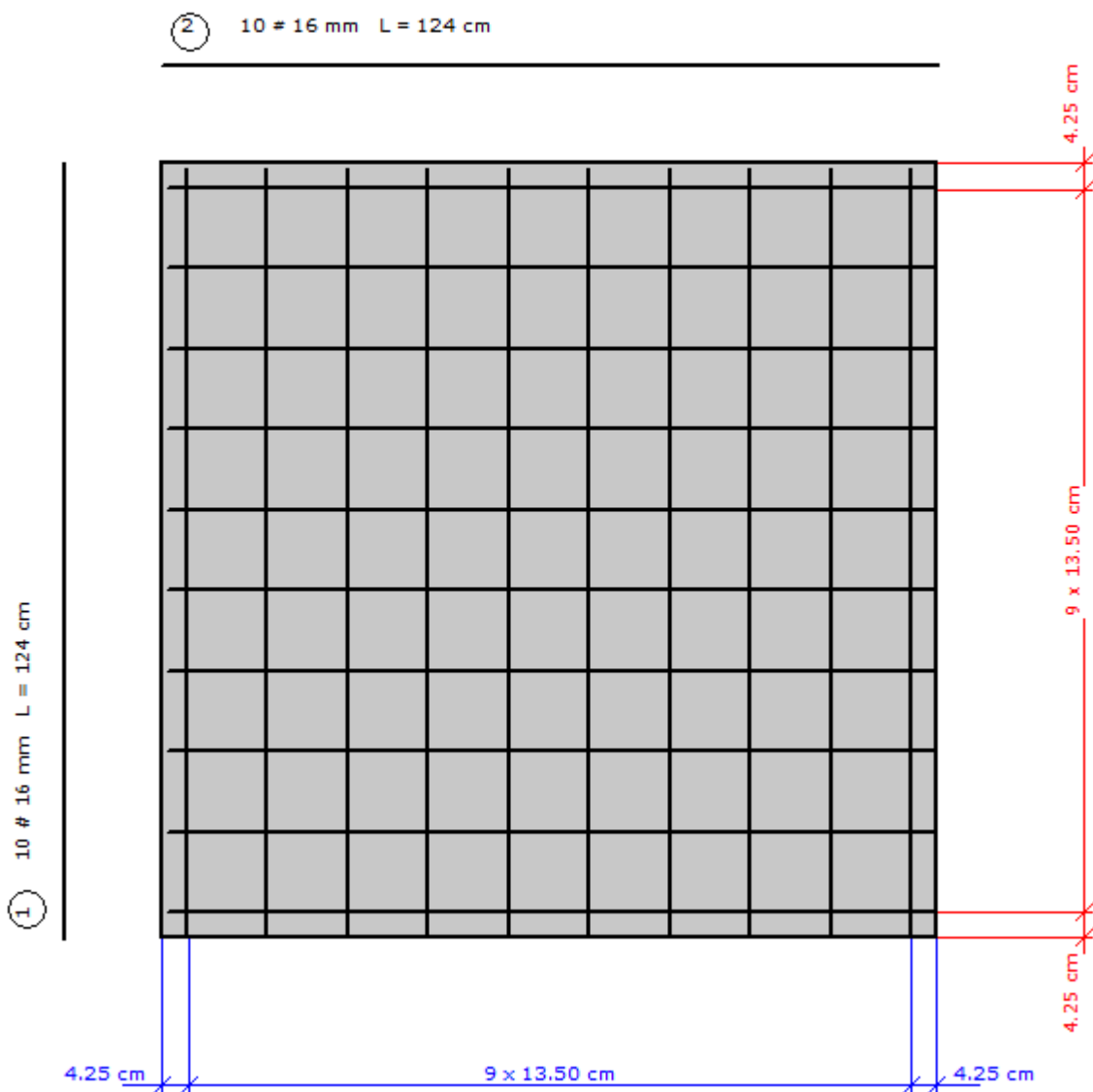
$$A_B = 0.00 \quad \text{cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 3.09 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Minimalne zbrojenie konstrukcyjne dla fundamentu wynosi: $A_k = 14.95 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku y (B) przyjęto $f_i = 16.0 \text{ mm}$ w rozstawie $s_1 = 13.8 \text{ cm}$ $A_{s1} = 15.47 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku x (L) przyjęto $f_i = 16.0 \text{ mm}$ w rozstawie $s_2 = 13.8 \text{ cm}$ $A_{s2} = 15.47 \text{ cm}^2/\text{mb}$



Nr pręta	Ilość	Długość pręta [cm]	Długość całkowita [m]
1	10	124	12.40
2	10	124	12.40

Średnica	[mm]	16.0
Granica plastyczności stali	[MPa]	500
Masa jednostkowa	[kg/m]	1.578
Długość ogółem	[m]	24.80
Masa ogółem	[kg]	39.1

Osiadanie fundamentu

Legenda:

H [m]	- głębokość liczona od poziomu terenu
s_{ZR} [kN/m ²]	- naprężenia pierwotne
s_{ZS} [kN/m ²]	- naprężenia wtórne
s_{ZD} [kN/m ²]	- naprężenia dodatkowe

Schemat nr 1

Osiadania pierwotne = 0.005 cm

Osiadania wtórne = 0.015 cm

Osiadania całkowite = 0.020 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00009

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00009 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_p = 0.2 \cdot 45.00 = 9.00 \geq s_{zd} = 6.79 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.50 m

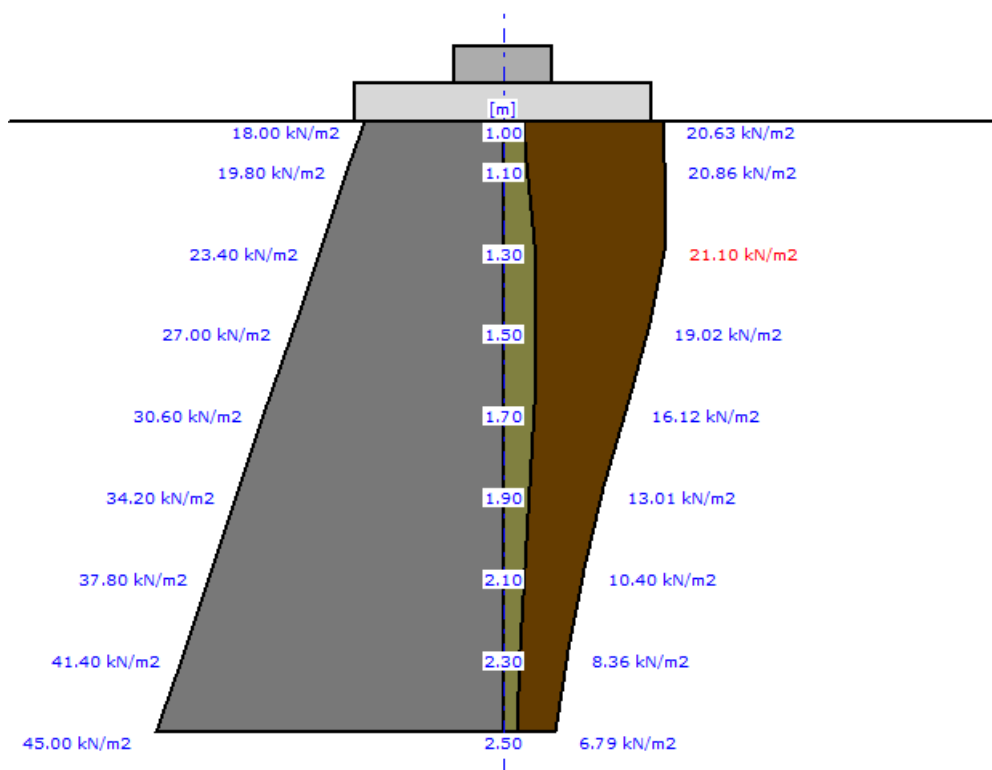


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	s_{ZR} [kN/m ²]	s_{ZS} [kN/m ²]	s_{ZD} [kN/m ²]	Suma = $s_{ZS} + s_{ZD} + s_{ZDsila} + s_{ZDfund}$
0	1.00	18.00	18.00	2.63	20.63
1	1.10	19.80	17.95	2.91	20.86

2	1.30	23.40	16.99	4.11	21.10
3	1.50	27.00	14.75	4.27	19.02
4	1.70	30.60	12.14	3.98	16.12
5	1.90	34.20	9.67	3.34	13.01
6	2.10	37.80	7.67	2.73	10.40
7	2.30	41.40	6.13	2.23	8.36
8	2.50	45.00	4.97	1.83	6.79

Schemat nr 2

Osiadania pierwotne = 0.013 cm

Osiadania wtórne = 0.015 cm

Osiadania całkowite = 0.028 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = 0.00013

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00013 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\varphi} = 0.2 \cdot 48.60 = 9.72 \geq s_{sd} = 7.53 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.70 m

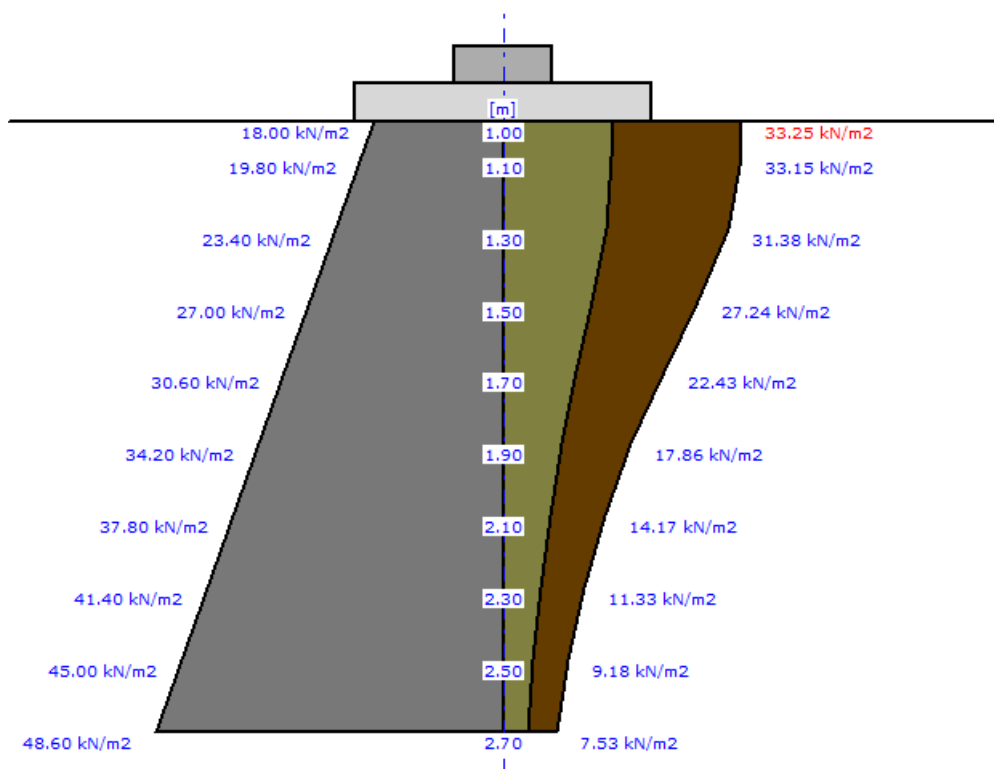


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	s _{ZR} [kN/m ²]	s _{ZS} [kN/m ²]	s _{ZD} [kN/m ²]	Suma = s _{ZS} + s _{ZD} + s _{ZDsila} + s _{ZDfund}
0	1.00	18.00	18.00	15.25	33.25
1	1.10	19.80	17.95	15.20	33.15
2	1.30	23.40	16.99	14.39	31.38
3	1.50	27.00	14.75	12.49	27.24
4	1.70	30.60	12.14	10.29	22.43
5	1.90	34.20	9.67	8.19	17.86
6	2.10	37.80	7.67	6.50	14.17
7	2.30	41.40	6.13	5.20	11.33
8	2.50	45.00	4.97	4.21	9.18
9	2.70	48.60	4.08	3.46	7.53

Schemat nr 3

Osiadania pierwotne = 0.006 cm

Osiadania wtórne = 0.015 cm

Osiadania całkowite = 0.020 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00002

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00002 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\varphi} = 0.2 \cdot 45.00 = 9.00 \geq s_{sd} = 6.85 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.50 m

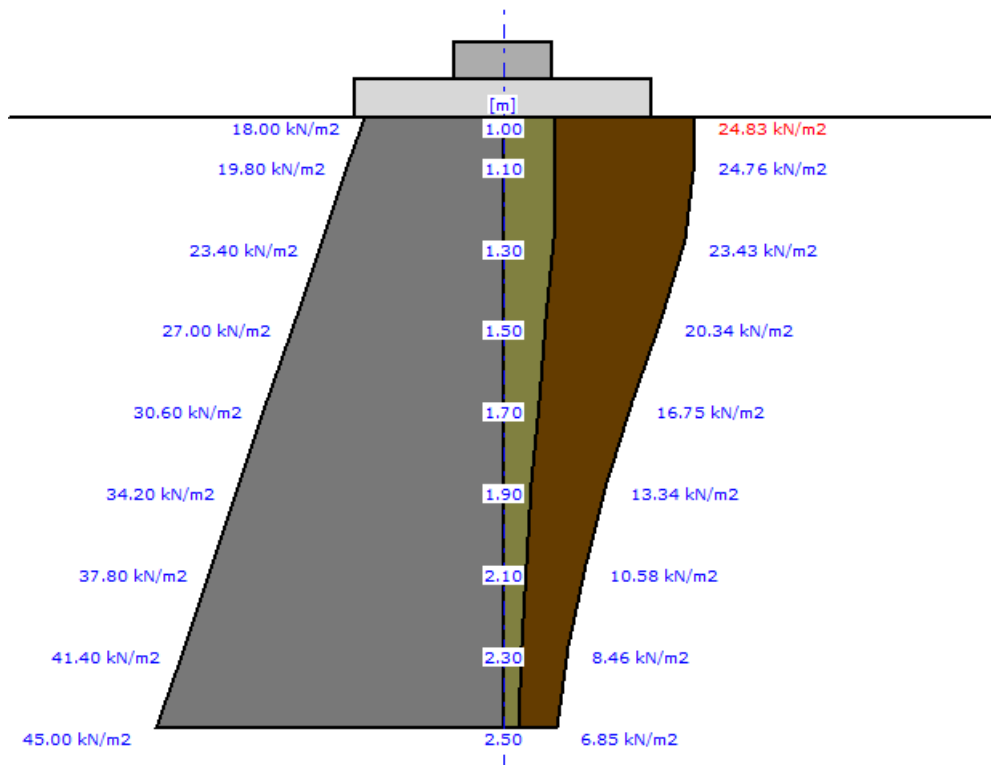


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	s _{ZR} [kN/m²]	s _{ZS} [kN/m²]	s _{ZD} [kN/m²]	Suma = s _{ZS} + s _{ZD} + s _{ZDsila} + s _{ZDfund}
0	1.00	18.00	18.00	6.83	24.83
1	1.10	19.80	17.95	6.81	24.76
2	1.30	23.40	16.99	6.45	23.43
3	1.50	27.00	14.75	5.60	20.34
4	1.70	30.60	12.14	4.61	16.75
5	1.90	34.20	9.67	3.67	13.34
6	2.10	37.80	7.67	2.91	10.58
7	2.30	41.40	6.13	2.33	8.46
8	2.50	45.00	4.97	1.88	6.85

Schemat nr 4

Osiadania pierwotne = 0.006 cm

Osiadania wtórne = 0.015 cm

Osiadania całkowite = 0.020 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00002

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00002 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\varphi} = 0.2 \cdot 45.00 = 9.00 \geq s_{sd} = 6.85 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.50 m

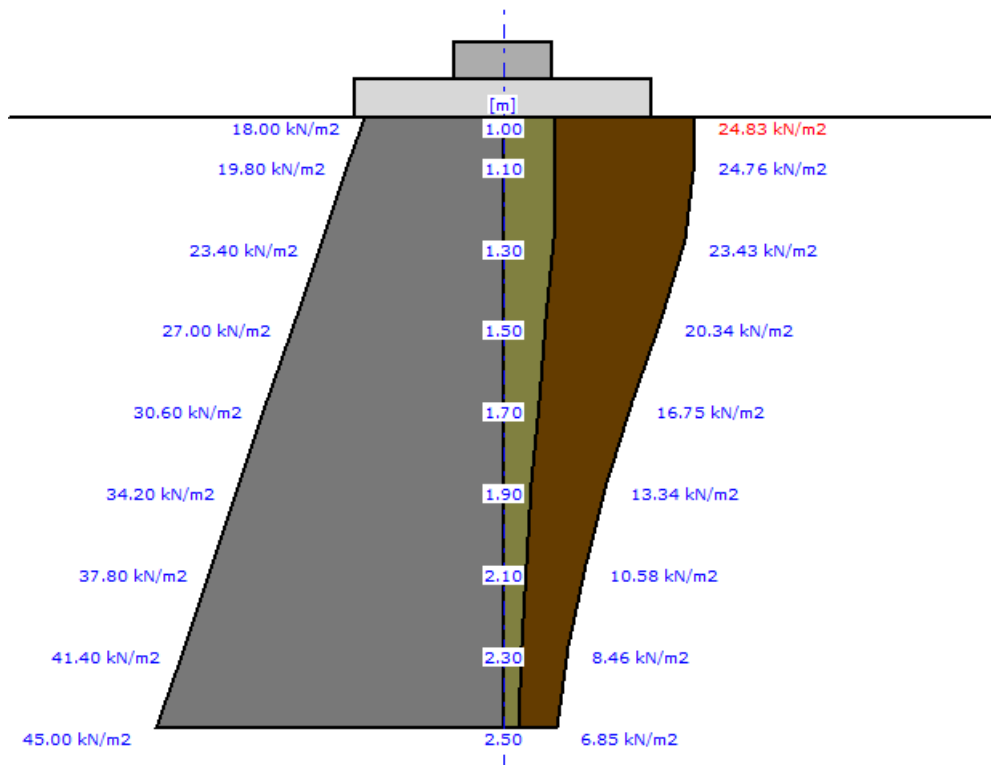


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	sZR [kN/m²]	sZS [kN/m²]	sZD [kN/m²]	Suma = sZS + sZD + sZDsila + sZDfund
0	1.00	18.00	18.00	6.83	24.83
1	1.10	19.80	17.95	6.81	24.76
2	1.30	23.40	16.99	6.45	23.43
3	1.50	27.00	14.75	5.60	20.34
4	1.70	30.60	12.14	4.61	16.75
5	1.90	34.20	9.67	3.67	13.34
6	2.10	37.80	7.67	2.91	10.58
7	2.30	41.40	6.13	2.33	8.46
8	2.50	45.00	4.97	1.88	6.85

Schemat nr 5

Osiadania pierwotne = 0.016 cm

Osiadania wtórne = 0.015 cm

Osiadania całkowite = 0.031 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = 0.00004

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00004 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\varphi} = 0.2 \cdot 48.60 = 9.72 \geq s_{sd} = 8.31 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.70 m

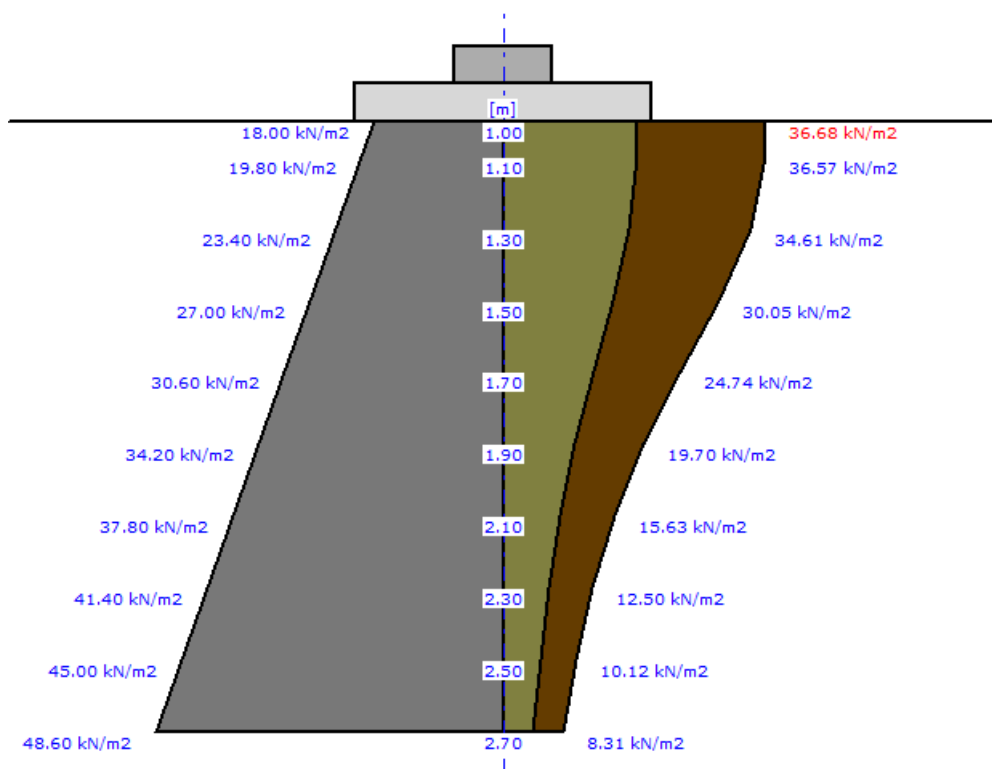


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	s _{ZR} [kN/m²]	s _{ZS} [kN/m²]	s _{ZD} [kN/m²]	Suma = s _{ZS} + s _{ZD} + s _{ZDsila} + s _{ZDfund}
0	1.00	18.00	18.00	18.68	36.68
1	1.10	19.80	17.95	18.62	36.57
2	1.30	23.40	16.99	17.63	34.61
3	1.50	27.00	14.75	15.30	30.05
4	1.70	30.60	12.14	12.60	24.74
5	1.90	34.20	9.67	10.03	19.70
6	2.10	37.80	7.67	7.96	15.63
7	2.30	41.40	6.13	6.37	12.50
8	2.50	45.00	4.97	5.15	10.12
9	2.70	48.60	4.08	4.23	8.31

Schemat nr 6

Osiadania pierwotne = 0.000 cm

Osiadania wtórne = 0.012 cm

Osiadania całkowite = 0.012 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00014

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00014 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\varphi} = 0.2 \cdot 37.80 = 7.56 \geq s_{sd} = 7.35 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.10 m

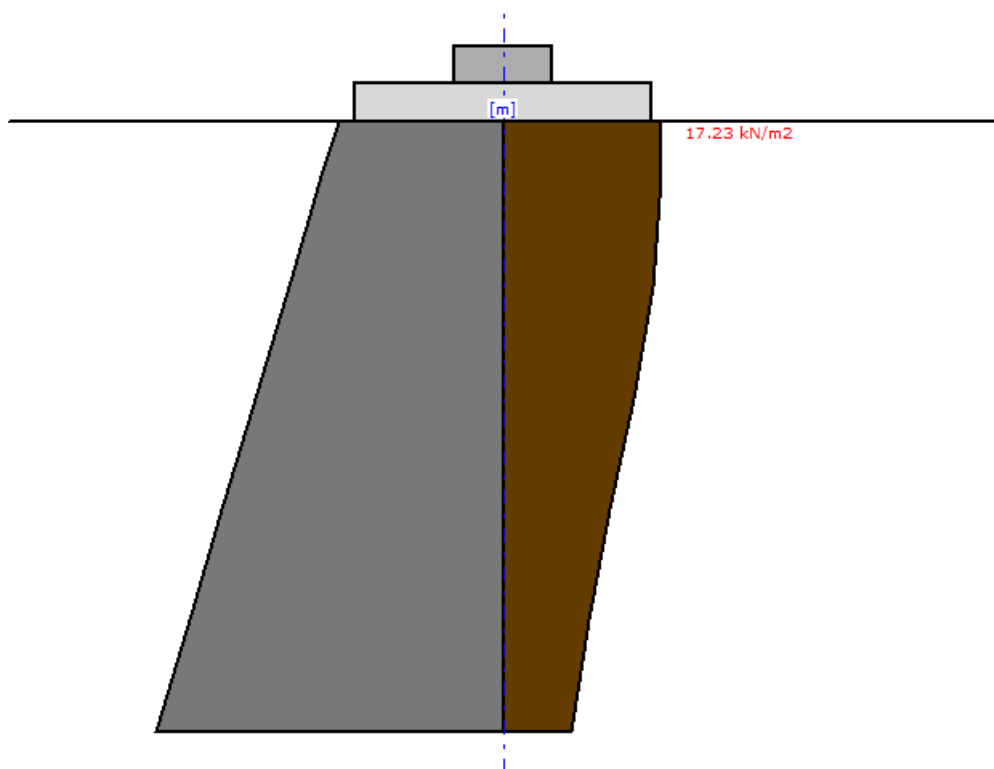


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	sZR [kN/m2]	sZS [kN/m2]	sZD [kN/m2]	Suma = sZS + sZD + sZDsila + sZDfund
0	1.00	18.00	17.23	0.00	17.23
1	1.10	19.80	17.19	0.00	17.19
2	1.30	23.40	16.28	0.00	16.28
3	1.50	27.00	14.12	0.00	14.12
4	1.70	30.60	11.63	0.00	11.63
5	1.90	34.20	9.26	0.00	9.26
6	2.10	37.80	7.35	0.00	7.35

Schemat nr 7

Osiadania pierwotne = 0.005 cm

Osiadania wtórne = 0.015 cm

Osiadania całkowite = 0.020 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00009

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00009 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\varphi} = 0.2 \cdot 45.00 = 9.00 \geq s_{sd} = 6.79 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.50 m

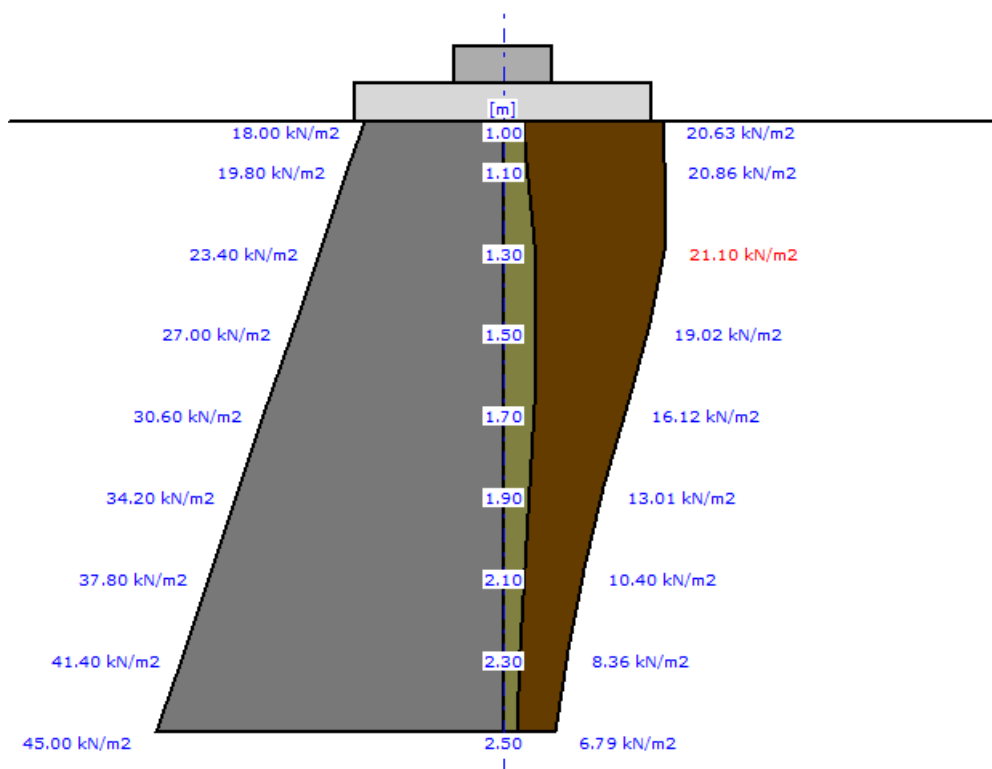


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	sZR [kN/m ²]	sZS [kN/m ²]	sZD [kN/m ²]	Suma = sZS + sZD + sZDsila + sZDfund
0	1.00	18.00	18.00	2.63	20.63
1	1.10	19.80	17.95	2.91	20.86
2	1.30	23.40	16.99	4.11	21.10
3	1.50	27.00	14.75	4.27	19.02
4	1.70	30.60	12.14	3.98	16.12
5	1.90	34.20	9.67	3.34	13.01
6	2.10	37.80	7.67	2.73	10.40
7	2.30	41.40	6.13	2.23	8.36
8	2.50	45.00	4.97	1.83	6.79

Schemat nr 8

Osiadania pierwotne = 0.013 cm

Osiadania wtórne = 0.015 cm

Osiadania całkowite = 0.028 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = 0.00013

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00013 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\varphi} = 0.2 \cdot 48.60 = 9.72 \geq s_{sd} = 7.53 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.70 m

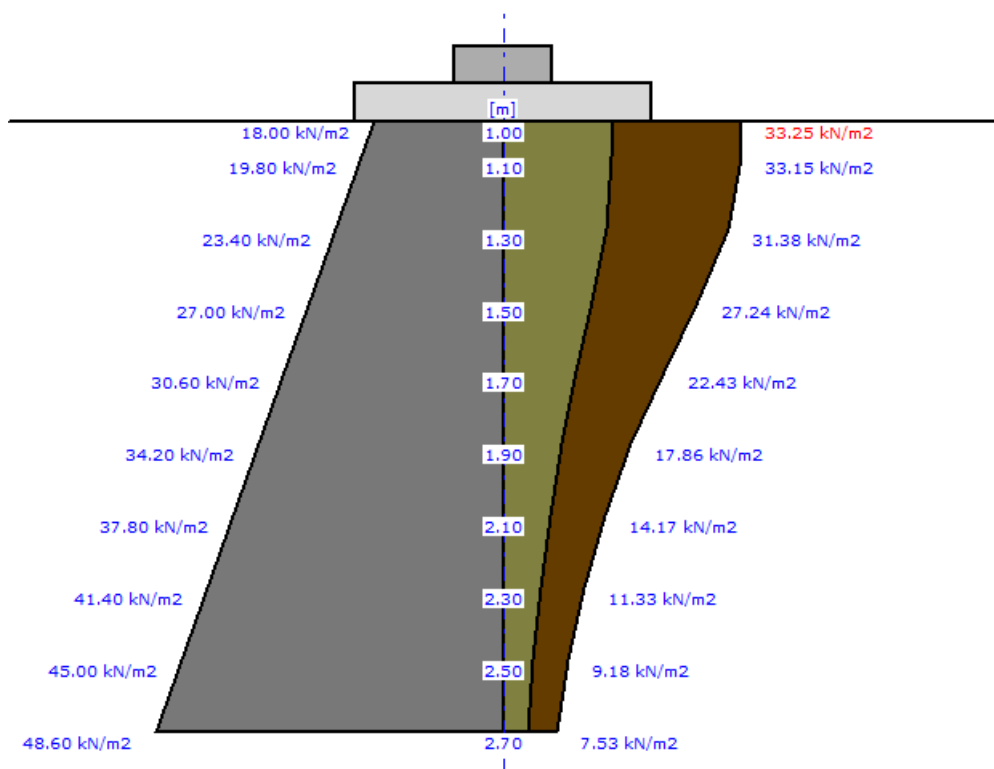


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	s _{ZR} [kN/m ²]	s _{ZS} [kN/m ²]	s _{ZD} [kN/m ²]	Suma = s _{ZS} + s _{ZD} + s _{ZDsila} + s _{ZDfund}
0	1.00	18.00	18.00	15.25	33.25
1	1.10	19.80	17.95	15.20	33.15
2	1.30	23.40	16.99	14.39	31.38
3	1.50	27.00	14.75	12.49	27.24
4	1.70	30.60	12.14	10.29	22.43
5	1.90	34.20	9.67	8.19	17.86
6	2.10	37.80	7.67	6.50	14.17
7	2.30	41.40	6.13	5.20	11.33
8	2.50	45.00	4.97	4.21	9.18
9	2.70	48.60	4.08	3.46	7.53

Schemat nr 9

Osiadania pierwotne = 0.006 cm

Osiadania wtórne = 0.015 cm

Osiadania całkowite = 0.020 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00002

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00002 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\varphi} = 0.2 \cdot 45.00 = 9.00 \geq s_{sd} = 6.85 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.50 m

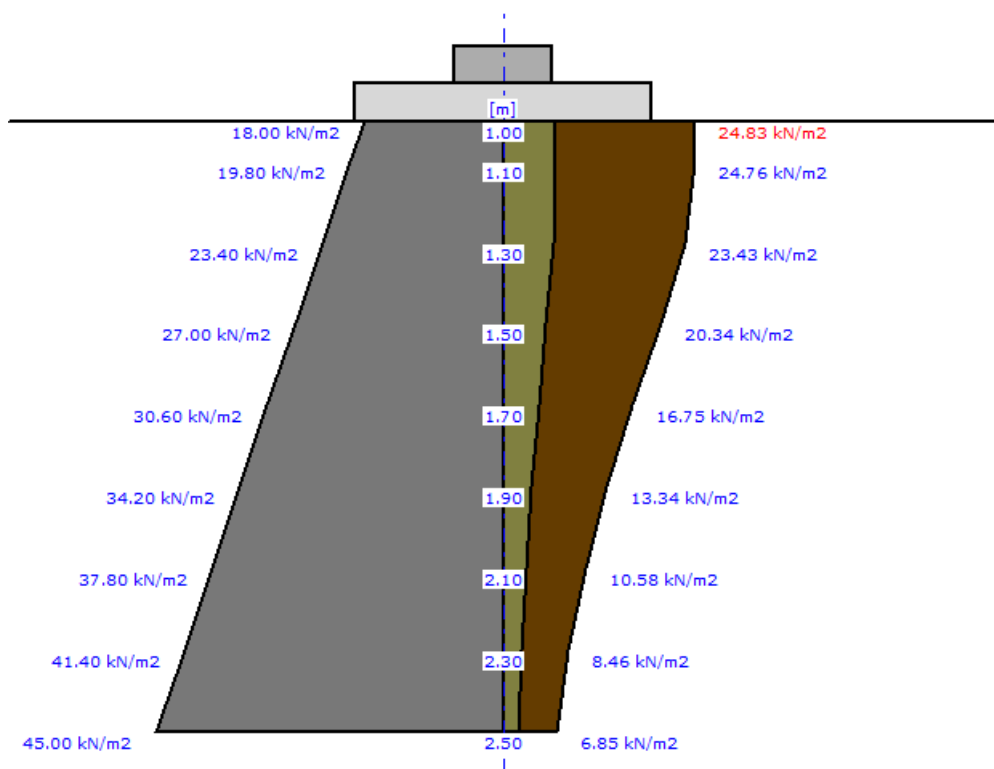


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	s _{ZR} [kN/m ²]	s _{ZS} [kN/m ²]	s _{ZD} [kN/m ²]	Suma = s _{ZS} + s _{ZD} + s _{ZDsila} + s _{ZDfund}
0	1.00	18.00	18.00	6.83	24.83
1	1.10	19.80	17.95	6.81	24.76
2	1.30	23.40	16.99	6.45	23.43
3	1.50	27.00	14.75	5.60	20.34
4	1.70	30.60	12.14	4.61	16.75
5	1.90	34.20	9.67	3.67	13.34
6	2.10	37.80	7.67	2.91	10.58
7	2.30	41.40	6.13	2.33	8.46
8	2.50	45.00	4.97	1.88	6.85

Schemat nr 10

Osiadania pierwotne = 0.006 cm

Osiadania wtórne = 0.015 cm

Osiadania całkowite = 0.020 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = -0.00002

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00002 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{\varphi} = 0.2 \cdot 45.00 = 9.00 \geq s_{sd} = 6.85 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.50 m

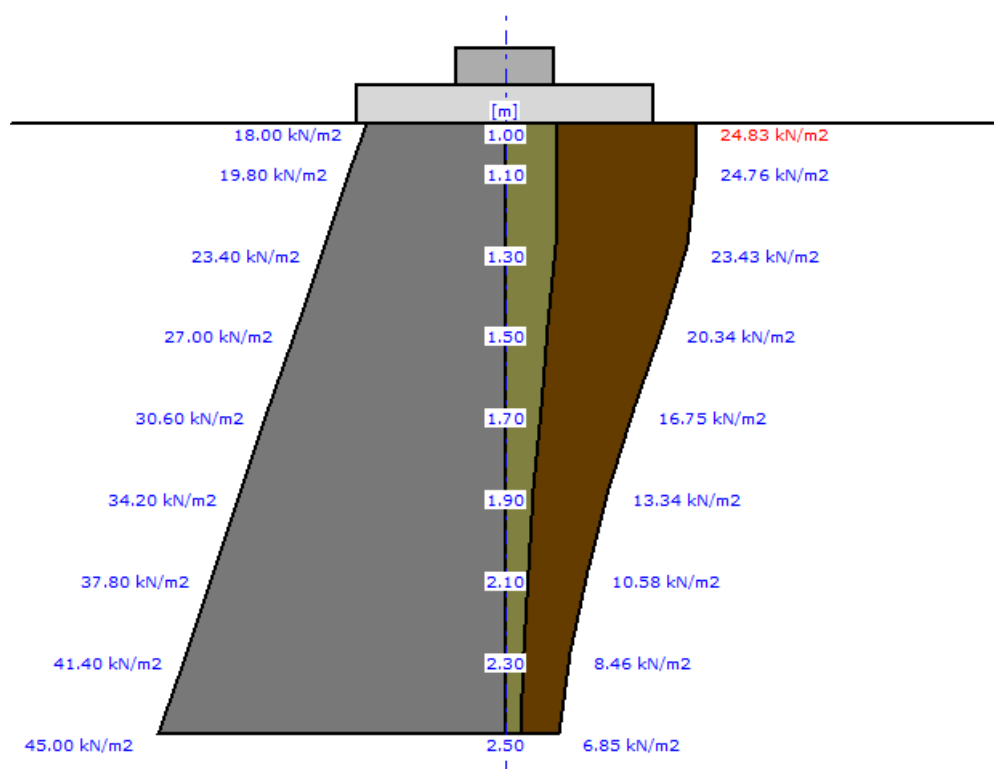


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	sZR [kN/m²]	sZS [kN/m²]	sZD [kN/m²]	Suma = sZS + sZD + sZDsila + sZDfund
0	1.00	18.00	18.00	6.83	24.83
1	1.10	19.80	17.95	6.81	24.76
2	1.30	23.40	16.99	6.45	23.43
3	1.50	27.00	14.75	5.60	20.34
4	1.70	30.60	12.14	4.61	16.75
5	1.90	34.20	9.67	3.67	13.34
6	2.10	37.80	7.67	2.91	10.58
7	2.30	41.40	6.13	2.33	8.46
8	2.50	45.00	4.97	1.88	6.85

Tiger Pro 72HC-BDVP

525-545 Watt

MODUŁ BIFACIAL Z
PODWÓJNYM SZKŁEM

Typu P

Dodatnia tolerancja mocy 0~+3%

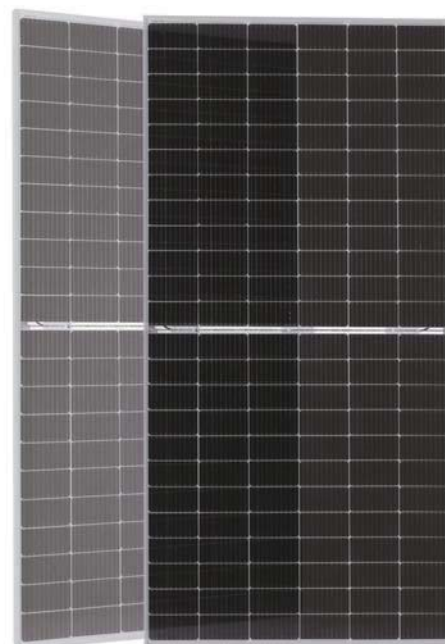
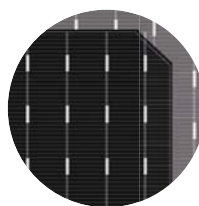
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: System zarządzania jakością

ISO14001:2015: System zarządzania środowiskowego

ISO45001:2018

Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy



Technologia Bifacial

Najważniejsze cechy



Technologia Multi Busbar

Lepsze wychwytywanie światła i magazynowanie energii elektrycznej zapewniają poprawę mocy wyjściowej i niezawodność modułu.



Dłuższy okres wysokiego uzysku

Roczna degradacja mocy 0.45% oraz 30-letnia gwarancja wydajności liniowej.



Odporność PID

Gwarancja znakomitej ochrony przed utratą mocy spowodowaną efektem PID (PID – degradacja indukowanym napięciem) dzięki zoptymalizowanemu procesowi produkcji masowej i kontroli materiałów.



Większa odporność na obciążenia mechaniczne

Potwierdzona odporność na: obciążenie wiatrem (2400 Pa) i obciążenie śniegiem (5400 Pa).



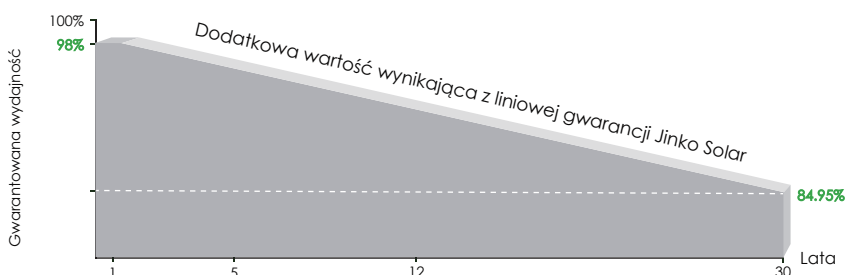
Wyższa moc wyjściowa

W ogólnym przypadku moc modułu wzrasta o 5–25%, obniżając jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej (LCOE) i zwiększając c wewnętrzną stopę zwrotu (IRR).



Continuous Quality Assurance

GWARANCJA WYDAJNOŚCI LINIOWEJ

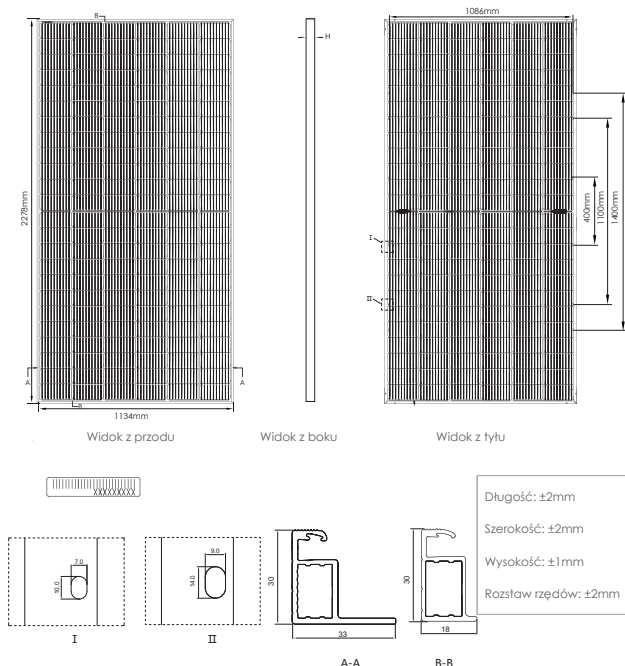


12-letnia gwarancja na produkt

30-letnia gwarancja wydajności liniowej

0.45% roczna degradacja w ciągu 30 lat

Rysunki techniczne



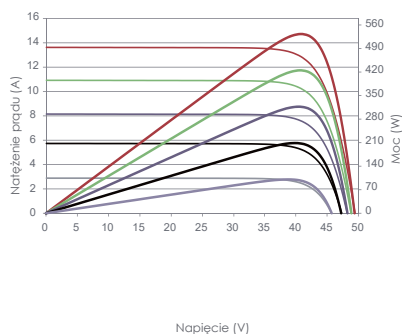
Konfiguracja opakowania

(Dwie palety to jeden stos)

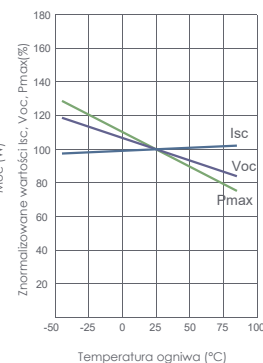
36 szt./paletę, 72 szt./stos, 720 szt./kontener 40 HQ

Parametry elektryczne i charakterystyki temperaturowe

Krzywe prądowo-napięciowe i mocowo-napięciowe (535W)



Charakterystyki temperaturowe I_{sc} , V_{oc} , P_{max}



Charakterystyka mechaniczna

Typ ogniw Monokrystaliczne ogniw typu P

Liczba ogniw 144 (6×24)

Wymiary 2278×1134×30mm (89.69×44.65×1.18 inch)

Masa 32kg (70.55 lbs)

Szyba przednia 2.0 mm, powłoka antyrefleksyjna

Szyba tylna 2.0 mm, szkło wzmacniane termicznie

Skrzynka podłączeniowa Stopień ochrony IP68

Przewody wyjściowe TUV 1×4.0mm²
(+): 400mm, (-): 200mm lub długość niestandardowa

SPECYFIKACJE

Typ modułu	JKM525M-72HL4-BDVP JKM530M-72HL4-BDVP JKM535M-72HL4-BDVP JKM540M-72HL4-BDVP JKM545M-72HL4-BDVP									
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Moc maksymalna (P_{max})	525Wp	391Wp	530Wp	394Wp	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp
Napięcie mocy maksymalnej (V_{mp})	40.80V	37.81V	40.87V	37.88V	40.94V	37.94V	41.13V	38.08V	41.32V	38.25V
Natężenie prądu mocy maksymalnej (I_{mp})	12.87A	10.33A	12.97A	10.41A	13.07A	10.49A	13.13A	10.55A	13.19A	10.60A
Napięcie obwodu otwartego (V_{oc})	49.42V	46.65V	49.48V	46.70V	49.54V	46.76V	49.73V	46.94V	49.92V	47.12V
Prąd obwodu zwartego (I_{sc})	13.63A	11.01A	13.73A	11.09A	13.83A	11.17A	13.89A	11.22A	13.95A	11.27A
Sprawność modułu STC (%)	20.32%		20.52%		20.71%		20.90%		21.10%	
Temperatura pracy (°C)	-40°C~+85°C									
Maksymalne napięcie układu	1500VDC (IEC)									
Maksymalny bezpiecznik szeregowy	30A									
Tolerancja mocy	0~+3%									
Współczynnik temperaturowy mocy P_{max}	-0.35%/°C									
Współczynnik temperaturowy napięcia V_{oc}	-0.28%/°C									
Współczynnik temperaturowy natężenia prądu I_{sc}	0.048%/°C									
Nominalna temperatura pracy ogniw (NOCT)	45±2°C									
Referencyjny współczynnik pracy dwustronnej	70±5%									

Wydajność dwustronna -wzmocnienie mocy tyłu modułu

		551Wp	557Wp	562Wp	567Wp	572Wp
5%	Moc maksymalna (P_{max})	551Wp	557Wp	562Wp	567Wp	572Wp
	Sprawność modułu STC (%)	21.33%	21.56%	21.76%	21.95%	22.14%
15%	Moc maksymalna (P_{max})	604Wp	610Wp	615Wp	621Wp	623Wp
	Sprawność modułu STC (%)	23.38%	23.61%	23.81%	24.04%	24.27%
25%	Moc maksymalna (P_{max})	656Wp	663Wp	669Wp	675Wp	681Wp
	Sprawność modułu STC (%)	25.59%	25.67%	25.90%	26.13%	26.36%

*STC: Irradiancja 1000W/m²

Temperatura ogniw 25°C

Widmo AM=1.5

NOCT: Irradiancja 800W/m²

Temperatura otoczenia 20°C

Widmo AM=1.5

Prędkość wiatru 1m/s

©2020 Jinko Solar Co., Ltd. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Firma zastrzega sobie ostateczne prawo do zmiany wszelkich przedstawionych tu informacji.

JKM525-545M-72HL4-BDVP-F3.1-PO

Polska wersja tego dokumentu jest jedynie tłumaczeniem pomocniczym.

W przypadku rozbieżności między wersją angielską a polską, rozstrzygająca będzie wersja angielska.

Tiger Pro 72HC-BDVP

525-545 Watt

BIFACIAL MODULE WITH DUAL GLASS

P-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

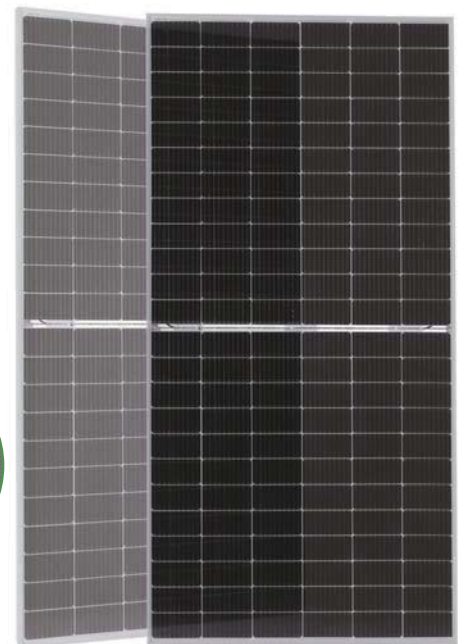
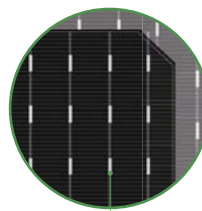
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



Bifacial Technology

Key Features



Multi Busbar Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



Longer Life-time Power Yield

0.45% annual power degradation and 30 year linear power warranty.



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



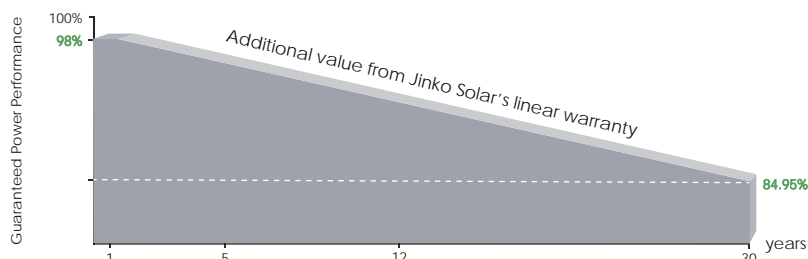
Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



Continuous Quality Assurance

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

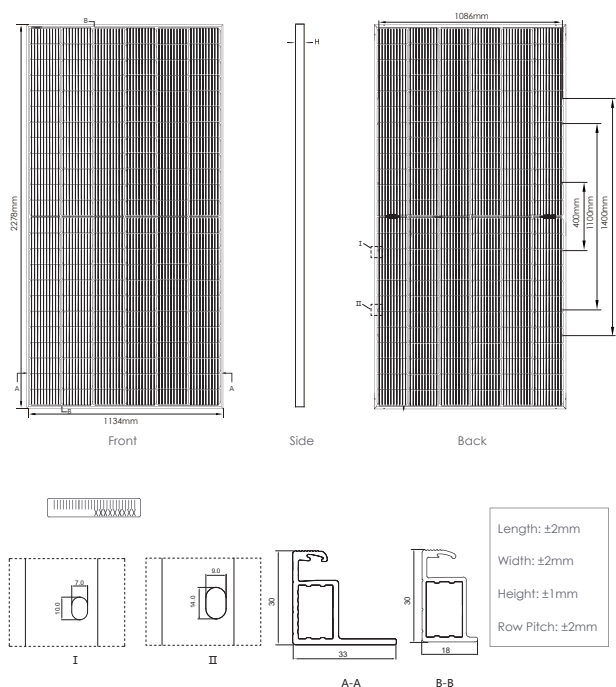


12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.45% Annual Degradation Over 30 years

Engineering Drawings

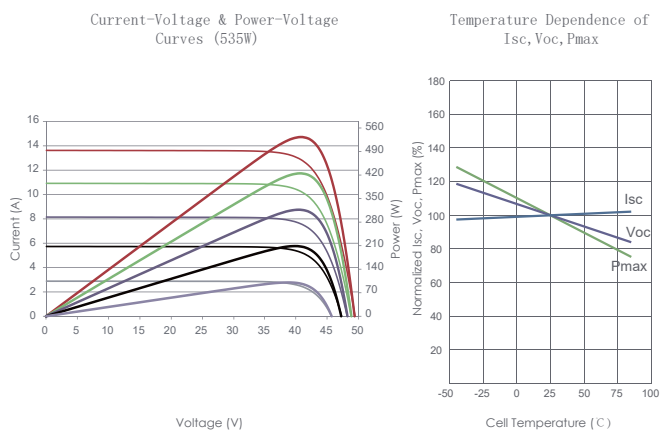


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 720pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2278×1134×30mm (89.69×44.65×1.18 inch)
Weight	32 kg (70.55 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm , (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM525M-72HL4-BDVP		JKM530M-72HL4-BDVP		JKM535M-72HL4-BDVP		JKM540M-72HL4-BDVP		JKM545M-72HL4-BDVP	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	525Wp	391Wp	530Wp	394Wp	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.80V	37.81V	40.87V	37.88V	40.94V	37.94V	41.13V	38.08V	41.32V	38.25V
Maximum Power Current (Imp)	12.87A	10.33A	12.97A	10.41A	13.07A	10.49A	13.13A	10.55A	13.19A	10.60A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.42V	46.65V	49.48V	46.70V	49.54V	46.76V	49.73V	46.94V	49.92V	47.12V
Short-circuit Current (Isc)	13.63A	11.01A	13.73A	11.09A	13.83A	11.17A	13.89A	11.22A	13.95A	11.27A
Module Efficiency STC (%)	20.32%		20.52%		20.71%		20.90%		21.10%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	70±5%									

BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

5%	Maximum Power (Pmax)	551Wp	557Wp	562Wp	567Wp	572Wp
	Module Efficiency STC (%)	21.33%	21.56%	21.76%	21.95%	22.14%
15%	Maximum Power (Pmax)	604Wp	610Wp	615Wp	621Wp	623Wp
	Module Efficiency STC (%)	23.38%	23.61%	23.81%	24.04%	24.27%
25%	Maximum Power (Pmax)	656Wp	663Wp	669Wp	675Wp	681Wp
	Module Efficiency STC (%)	25.39%	25.67%	25.90%	26.13%	26.36%

*STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

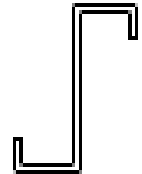
**L = 5,500 m**

Pokrycie płytami PWx-W

Obciążenia:

Przypadek 1: Obciążenie obliczeniowe (typ 1) $Q_d = 0,400 \text{ kN/m}$ Przypadek 2: Obciążenie obliczeniowe (typ 2) $Q_{dN} = 1,260 \text{ kN/m}$ $N = 10,000 \text{ kN}$ Przypadek 3: Ssanie wiatru $w = 1,800 \text{ kN/m}$ Przypadek 4: Obciążenie charakterystyczne (dla ugięcia $L/200$) $q = 0,840 \text{ kN/m}$

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

**Wyniki:**

Płatew Z180x68/60x2.00

Stal S350GD

Ciężar 0,052 kN/m

Wykorzystanie nośności

Przypadek 1 15%

Przypadek 2 49%

Przypadek 3 67%

Przypadek 4 55%

Wymagana liczba tężników w każdym przęśle: 2

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

Minimalna sztywność tarczy usztywniającej: $S \geq 1\,319,0 \text{ kN}$